

# YDINENERGIAN KÄYTÖN TURVALLISUUSVALVONTA

Vuosiraportti 2001

Kirsti Tossavainen (toim.)

ISBN 951-712-556-9 (sid.)

ISBN 951-712-557-7 (pdf)

ISSN 0781-2884

Tummavuoren Kirjapaino Oy, Vantaa 2002

TOSSAVAINEN Kirsti (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2001. STUK-B-YTO 215. Helsinki 2002. 44 s. + liitteet 22 s.

**Avainsanat:** ydinenergia, ydinlaitos, ydinjäte, ydinmateriaalivalvonta, viranomaisvalvonta

## Tiivistelmä

Raportissa käsitellään ydinenergian käytön turvallisuusvalvontaa vuonna 2001. Raportti on ydinenergia-asetuksen 121 §:n edellyttämä Säteilyturvakeskuksen (STUK) selvitys kauppa- ja teollisuusministeriölle. Ydinturvallisuusvalvonta kohdistui ydinlaitosten käyttöön, ydinjätehuoltoon ja ydinmateriaaleihin.

Ydinvoimalaitoksilla ei sattunut tapahtumia, jotka olisivat vaarantaneet ydinenergian käytön turvallisuuden. Myöskään FiR 1 -tutkimusreaktorilla ei ollut turvallisuutta vaarantaneita tapahtumia. Yhdenkään ydinvoimalaitostyöntekijän saama säteilyannos ei ylittänyt henkilökohtaisen annoksen rajaa. Työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos pysyi kansainväliseen tasoon verrattuna pienenä. Radioaktiivisten aineiden päästöt olivat pienet, ja niiden perusteella laskettu säteilyannos sekä Loviisan että Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli selvästi alle valtioneuvoston päätöksessä asetetun rajan. Myös tutkimusreaktorin työntekijöiden säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön alittivat selvästi asetetut rajat.

Ydinjätehuollon valvonta kohdistui käytetyn polttoaineen varastointiin ja loppusijoitus-suunnitelmiin sekä voimalaitosjätteiden käsittelyyn, varastointiin ja loppusijoitukseen. Ydinjätehuollossa ei sattunut turvallisuutta vaarantaneita tapahtumia. Ydinmateriaalivalvonnalla todennettiin, että ydinmateriaaleja käytettiin voimassa olevien säännösten mukaisesti ja että kunkin materiaalien sijainti oli jatkuvasti tiedossa.

Valvontatoiminta osoitti, että ydinvoimalaitoksia käytettiin voimassa olevien säännösten mukaisesti ja että ydinjätehuolto ja ydinmateriaalien käyttö tapahtuivat voimassa olevien säännösten ja määräysten mukaisesti. STUK todensi myös, että ydinlaitoksen haltijoiden vahingonkorvausvastuu ydinvahingon varalta on hoidettu lainsäädännön edellyttämällä tavalla.

Kansainvälinen yhteistyö jatkui sekä STUKin budjettirahoituksella että ulkopuolisella rahoituksella. Ulkopuolisella rahoituksella toteutetun yhteistyön painopisteet olivat Kuolan ja Leningradin ydinvoimalaitosten turvallisuuden ja säteilyvalvonnan parantamisessa sekä Ukrainan, Baltian maiden ja Venäjän ydinmateriaalien valvontajärjestelmän kehittämisessä.

Ydinturvallisuusvalvonnan kokonaiskustannukset vuonna 2001 olivat 42,7 milj. markkaa (7,2 milj. euroa). Maksullisen valvontatoiminnan kustannukset olivat yhteensä 34,5 milj. markkaa (5,8 milj. euroa), jotka perittiin täysimääräisesti luvanhaltijoilta ja -hakijoilta.

# Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	7
2 YDINTURVALLISUUSVALVONTAAN KÄYTETYT RESURSSIT JA VALVONNAN KEHITTÄMINEN	8
2.1 Ydinturvallisuusvalvontaan käytetyt resurssit	8
2.2 Kehityshankkeet	11
2.3 Talous	12
3 SÄÄNNÖSTÖTYÖ	13
4 YDINLAITOSTEN VALVONTA	14
4.1 Ydinturvallisuusvalvonta	14
4.2 Loviisan voimalaitos	15
4.2.1 Käyttö ja käyttötapahtumat	15
4.2.2 Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaiset laitostilanteet	15
4.2.3 Tapahtumien tutkinta	18
4.2.4 Turvallisuuden parantaminen	20
4.2.5 Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit	20
4.2.6 Säteilyturvallisuus	21
4.3 Olkiluodon voimalaitos	24
4.3.1 Käyttö ja käyttötapahtumat	24
4.3.2 Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaiset laitostilanteet	24
4.3.3 Tapahtumien tutkinta	25
4.3.4 Turvallisuuden parantaminen	25
4.3.5 Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit	25
4.3.6 Säteilyturvallisuus	26
4.4 Suunnitteilla oleva ydinvoimalaitoshanke	26
4.5 Muut ydinlaitokset	27
5 YDINJÄTEHUOLLON VALVONTA	29
5.1 Käytetty ydinpolttoaine	29
5.2 Voimalaitosjätteet	30
5.3 Muu valvonta	31

6	YDINMATERIAALIVALVONTA	32
6.1	Ydinmateriaalivalvonta Suomen ydinlaitoksilla	32
6.2	Radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvonta	33
7	TURVALLISUUSTUTKIMUS	34
8	VALMIUSTOIMINTA	36
9	VIESTINTÄ	37
10	KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ	38
11	YDINTURVALLISUUSNEUVOTTELUKUNTA	44
	LIITE 1 YDINVOIMALAITOSTEN KÄYTÖN TARKASTUSOHJELMA	45
	LIITE 2 STUKin MYÖNTÄMÄT YDINENERGIALAIN MUKAISET LUVAT	46
	LIITE 3 STUKin ANTAMAT LAUSUNNOT JA YDINVOIMALAITOSTEN HENKILÖSTÖÄ KOSKEVAT PÄÄTÖKSET	47
	LIITE 4 VUONNA 2001 VALMISTUNEET STUKin TEETTÄMÄT TURVALLISUUSTUTKIMUKSET	49
	LIITE 5 YDINVOIMALAITOSTEN VUOSIHUOLTOSEISOKIT	52
	LIITE 6 YDINVOIMALAITOSTEN POIKKEUKSELLISET KÄYTTÖTAPAHTUMAT	55
	LIITE 7 TURVALLISUUTTA VARMISTAVAT HANKKEET	62



# 1 Johdanto

Ydinenergialain (990/1987) mukaisesti Säteilyturvakeskus (STUK) valvoo ydinenergian käytön turvallisuutta. STUK huolehtii myös turva- ja valmiusjärjestelyjen valvonnasta sekä ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisesta ydinenergian käytön valvonnasta. Tämä raportti on ydinenergia-asetuksen 121 §:n edellyttämä Säteilyturvakeskuksen selvitys kauppa- ja teollisuusministeriölle ydinenergia-alan valvontatoiminnasta.

Raportissa käsitellään ydinlaitosten, ydinjätehuollon ja ydinmateriaalien valvontaa. Nämä valvontatehtävät kuuluvat STUKin osastoille Ydinjätteiden ja ydinmateriaalien valvonta (YMO) ja Ydinvoimalaitosten valvonta (YTO).

Ydinlaitosten valvontaa koskevassa osassa kuvataan ydinlaitosten käyttöä ja käyttötapauksia ja selvitetään laitoksilla tehtyjä toimenpiteitä turvallisuuden parantamiseksi. Raportissa annetaan tietoja todennäköisyyspohjaisten turvallisuusanalyysien tuloksista ja kuvataan säteilyturvallisuutta työntekijöiden saamien säteilyannosten ja kollektiivisten annosten sekä päästöjen ja ympäristön säteilyvalvonnan tulosten avulla.

Ydinjätehuollon valvontaa koskevassa osuudessa käsitellään käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushankkeeseen ja voimalaitosjätteiden käsittelyyn liittyviä asioita. Raportissa esitetään laitospaikoilla varastoidun ydinpolttoaineen ja voimalaitosjätteen määrät kunkin vuoden lopussa.

Raportissa selvitetään ydinmateriaalien valvontaa Suomen ydinlaitoksilla sekä radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvontaa.

Raportti sisältää tilastotietoa mm. ydinturvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön työaikojen jakautumisesta eri tehtäväalueille, ydinvoimalaitoksilla ja laitevalmistajien luona tehtyjen tarkastuspäivien lukumääristä sekä käsiteltyjen asiakirjojen lukumääristä ja käsittelyajoista.

Raportissa käsitellään myös ydinturvallisuus säännösten kehittymistä sekä eräitä ydinturvallisuusvalvonnan tukitoimintoja kuten turvallisuustutkimusta, valmiustoimintaa, viestintää ja kehityshankkeita. Raportissa selvitetään lisäksi osallistumista ydinturvallisuusalan kansainväliseen yhteistyöhön.

## 2 Ydinturvallisuusvalvontaan käytetyt resurssit ja valvonnan kehittäminen

### 2.1 Ydinturvallisuusvalvontaan käytetyt resurssit

Ydinturvallisuusvalvonta kohdistui pääasiassa Fortum Power and Heat Oy:n omistamiin Loviisa 1 ja 2 -laitosyksiköihin ja Teollisuuden Voima Oy:n omistamiin Olkiluoto 1 ja 2 -laitosyksiköihin sekä niiden ydinjätehuoltoon ja ydinmateriaaleihin. Fortum Power and Heat Oy:stä ja Teollisuuden Voima Oy:stä käytetään myöhemmin tekstissä nimitystä luvanhaltija tai voimayhtiö. Ydinjätehuoltoon kuuluvasta ydinpolttoaineen loppusijoituksen suunnittelusta ja myöhemmästä toteutuksesta huolehtii Posiva Oy. Muita valvontakohteita olivat Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tutkimusreaktori, ydinaineiden pienkäyttäjät sekä radioaktiivisten aineiden kuljetukset. Tässä luvussa selvitetään valvontaa yleisesti ja esitetään valvontatoimintaa kuvaavia tilastotietoja. Yksityiskohtaisemmin valvontaa ja sen kohteita kuvataan luvuissa 4, 5 ja 6 sekä liitteissä 6 ja 7.

Ydinturvallisuusvalvonnan tulosalueella tehtiin sekä laskutettavaa että ei-laskutettavaa perustoimintaa. Laskutettava perustoiminta muodostui ydinlaitosten valvonnasta, josta aiheutuneet kustannukset perittiin ydinlaitosten omistajilta. Ei-laskutettava perustoiminta koski kansainvälistä ja kotimaista yhteistyötä sekä valmiustoittoa ja viestintää. Ei-laskutettava perustoiminta on julkisrahoitteista. Säännöstötyöstä ja tukitoiminnoista (hallintotehtävät, ydinturvallisuusvalvonnan kehittäminen, koulutus, ammattitaidon ylläpito ja kehitys sekä raportointi) aiheutuvat kustannukset vyörytettiin laskutettavalle ja ei-laskutettavalle perustoiminnalle sekä palvelutoiminnalle näiden toimintojen työtuntimäärien mukaisessa suhteessa.

Ydinturvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön vuosittaisen työajan jakautuminen eri tulosalueille esitetään taulukossa I.

Loviisan ydinvoimalaitoksen valvontaan käytettiin 11,8 henkilötyövuotta, joka on 14,3 % henkilöstön kokonaistyöajasta. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen valvontaan käytettiin 11,1 henkilötyövuotta, joka on 13,5 % kokonaistyöajasta. Luvut sisältävät ydinvoimalaitosten käytön valvonnan lisäksi ydinmateriaalien valvonnan. Ydinjätehuollon valvontaan käytetty työaika oli 3,0 henkilötyövuotta eli 3,7 % kokonaistyöajasta. FiR 1 -tutkimusreaktorin valvontaan käytettiin 0,1 henkilötyövuotta ja suunnitteilla olevan ydinvoimalaitoksen turvallisuusarvioinnin laatimiseen 0,2 henkilötyövuotta. Ydinaineiden pienkäyttäjien valvontaan käytettiin 0,02 henkilötyövuotta. Kuvassa 1 esitetään päätoimintoihin käytetyn työajan jakautuminen.

Laitospaikoilla ja laitteiden valmistajien luona tehtyjä tarkastuspäiviä oli kaikkiaan 635. Luku sisältää ydinvoimalaitosten turvallisuuteen kohdistuneiden tarkastusten lisäksi myös ydinjätehuollon ja ydinmateriaalien tarkastukset. Lisäksi Olkiluodon ydinvoimalaitoksella työskenteli kaksi paikallistarkastajaa ja Loviisan laitoksella yksi paikallistarkastaja. Tarkastuspäivien lukumäärät viime vuosilta esitetään kuvassa 2.

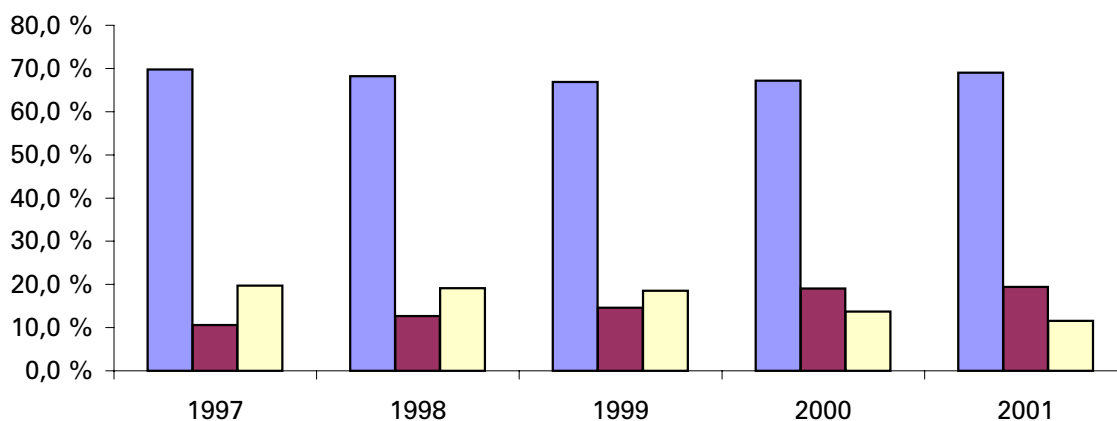
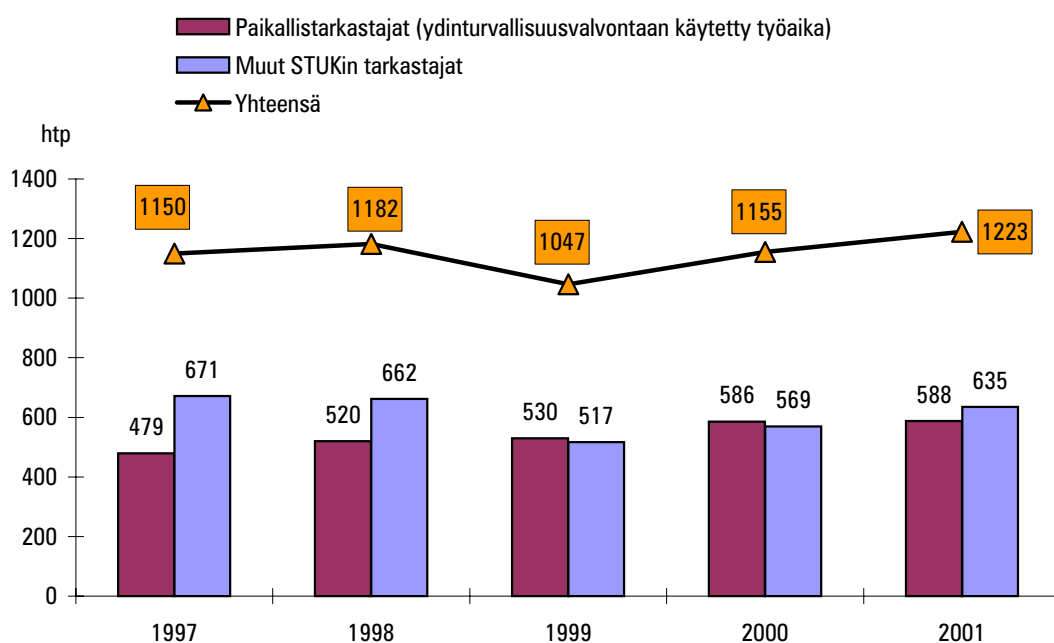
Vuonna 2001 STUKille toimitettiin tarkastettavaksi kaikkiaan 1414 asiakirjalähetystä. Vuonna 2001 sekä aikaisemmin toimitettujen asiakirjojen tarkastuksia saatiin vuonna 2001 päätökseen 1303. Lukuun sisältyvät myös STUKin myöntämät ydinenergiain mukaiset luvat, jotka luettelaa liitteessä 2, sekä liitteessä 3 luetellut ydinvoimalaitosten henkilöstöä koskevat päätökset. Asiakirjojen keskimääräinen käsittelyaika oli 58 päivää. Asiakirjojen lukumäärät ja keskimääräinen käsittelyaika vuosittain esitetään kuvassa 3. Kuvissa 4 ja 5 esitetään hyväksymiskäsittelyssä olleiden Loviisan ja Olkiluodon laitosyksiköitä koskevien asiakirjojen käsittelyaikajakautumat. Tapahtumakohtaisia raportteja toimitettiin STUKille Loviisan ydinvoimalaitoksen 21:stä ja

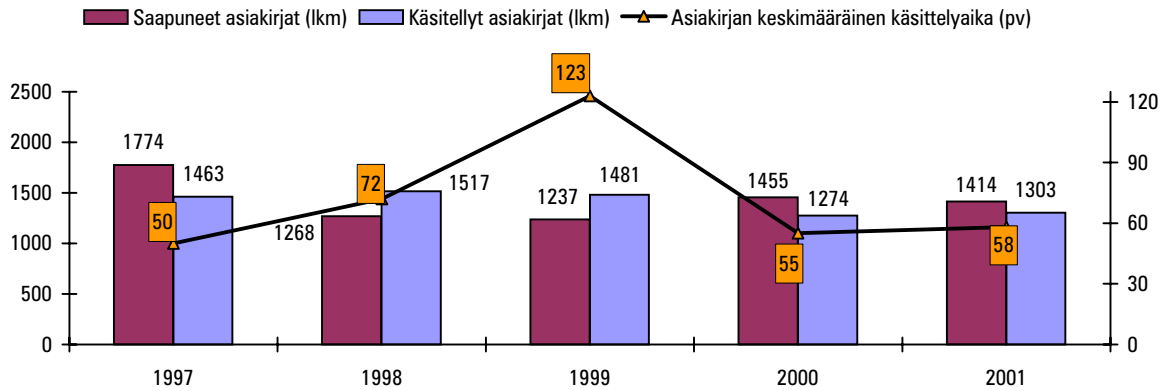


**Taulukko I.** Ydinturvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön työajan jakautuminen eri tehtäväalueille.

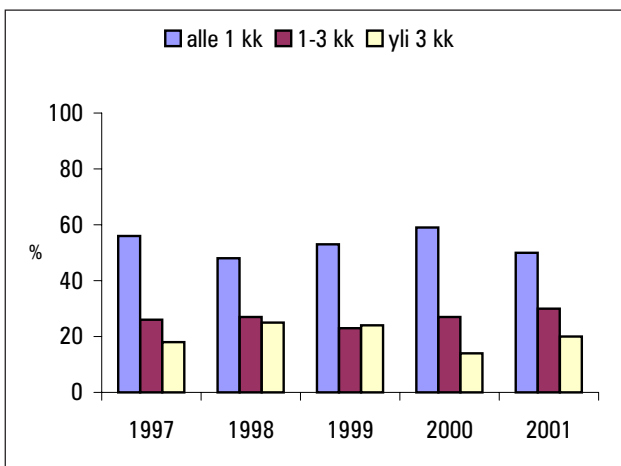
Tehtäväalue	henkilötyövuosi (htv)				
	1997	1998	1999	2000	2001
Laskutettava perustoiminta	29,1	24,7	25,3	26,4	26,3
Ei-laskutettava perustoiminta	4,4	4,6	5,5	7,5	7,4
Palvelutoiminta	8,2	6,9	7,0	5,4	4,4
Säännöstötyö ja tukitoiminnot	23,8	25,1	24,6	25,5	28,5
Lomat ja poissaolot	14,7	13,9	14,8	15,0	16,0
<b>Yhteensä</b>	<b>80,2</b>	<b>75,2</b>	<b>77,2</b>	<b>79,8</b>	<b>82,6</b>

■ Laskutettava perustoiminta ■ Ei-laskutettava perustoiminta ■ Palvelutoiminta

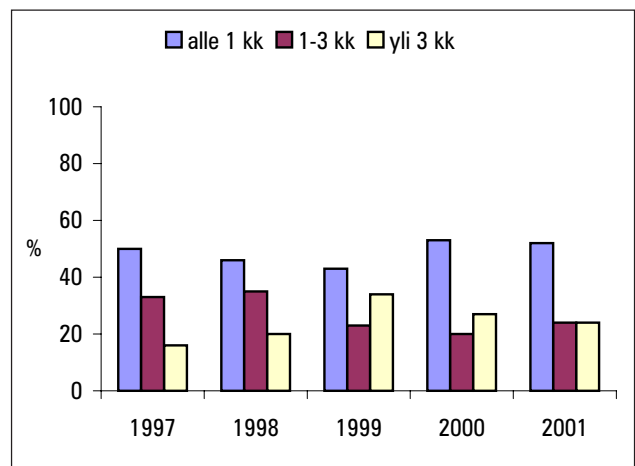
**Kuva 1.** Päätoimintoihin käytetyn työajan jakautuminen.**Kuva 2.** Ydinvoimalaitospaikoilla ja laitevalmistajien luona tehtyjen tarkastuspäivien lukumäärät.



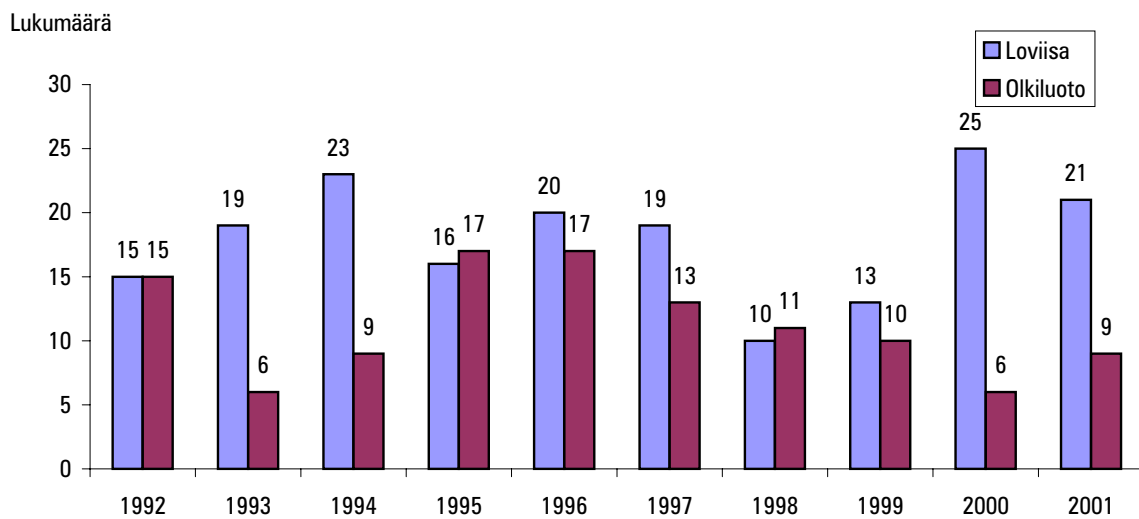
**Kuva 3.** Saapuneiden ja käsitellyjen asiakirjojen lukumäärät sekä keskimääräinen asiakirja-aineiston käsittelyaika.



**Kuva 4.** Loviisan laitosyksiköitä koskevien päätösten valmisteluajakaumat.



**Kuva 5.** Olkiluodon laitosyksiköitä koskevien päätösten valmisteluajakaumat.



**Kuva 6.** Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten tapahtumakohtaisten raporttien lukumäärät.

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen 9:stä tapahtumasta. Tapahtumaraporttien lukumäärät viime vuodelta esitetään kuvassa 6. Tapahtumakohtaisten raporttien lisäksi voimalaitoksilta toimitettiin STUKille vuorokausiraportit, neljännesvuosiraportit, vuosiraportit, seisokkiraportit, vuosittaiset ympäristön säteilyturvallisuusraportit, kuukausittaiset henkilökohtaisten säteilyannosten raportit, vuosittaiset käyttökokemusten hyödyntämistä koskevat raportit sekä ydinmateriaalivalvonnan edellyttämät raportit.

Valvontatoiminta osoitti, että ydinvoimalaitoksia käytettiin voimassa olevien säännösten mukaisesti.

## 2.2 Kehityshankkeet

### Tiedonhallinnan kehittäminen

Ydinturvallisuusvalvontaan liittyvän tiedonhallinnan kehittämistä jatkettiin. Pääpaino kehittämisessä oli tutustumisella valittuun yksittäiseen ohjelmatuotteeseen, Microsoftin Share Point Portal Serveriin (SPS), jonka arvioitiin soveltuvan tietotyökaluksi. Tuotteen valinnassa pääargumentteina olivat täydellinen integroitavuus STUKissa käytössä oleviin toimistosovelluksiin (Office-tuoteperhe) ja tuotteen helpohko hallittavuus käytössä olevalla omalla asiantuntemuksella. Testiohjelmaa valittaessa todettiin myös, että SPS-ohjelmisto on hankintahinnaltaan edullinen ja todennäköisesti täyttäisi tiedonhallinnalle asetettavat vaatimukset.

Asennuksen jälkeen SPS-tuotteen testaus keskeytettiin, koska haluttiin selvittää myös SAP-tuoteperheeseen kuuluvan vastaavan tuotteen soveltuvuutta ydinturvallisuusvalvonnan tarpeisiin. Koska SAP-ohjelmistoja on jo käytössä STUKin taloushallinnossa, haluttiin selvittää, voitaisiinko SAP-tuoteperheeseen kuuluvalla tuotteella saavuttaa samat tavoitteet kuin SPS:llä samalla varmistuen integroitavuus taloushallinnon ohjelmistoihin. Vertailu osoitti, että myös SAP-ohjelmistoilla on mahdollista huolehtia ydinturvallisuusvalvonnan tiedonhallinnalle asetetuista tavoitteista.

Vertailun pohjalta päätettiin, että SPS-ohjelmiston testaus saatetaan päätökseen alkuvuodesta 2002 ja sen jälkeen osallistutaan STUKissa

tapahtuvaan SAP-ohjelmiston testaamiseen.

Ohjelmistovertailujen ja testausten lisäksi jatkettiin keskusteluja ydinvoimalaitoksia käyttävien Fortum Power and Heat Oy:n ja Teollisuuden Voima Oy:n kanssa yhteisten ns. Extranet-ratkaisujen toteuttamisesta. Lisäksi seurattiin asianhallintaan liittyvien työkalujen (tunnistusmenettelyt, HST-kortti) ja siihen liittyvien menettelytapojen (sähköinen asiointi) kehittymistä valtionhallinnossa.

### Organisaatioiden turvallisuuskulttuuri

Turvallisuuskulttuurin alueella painopisteenä oli viranomaisvalvonnan kehittäminen. Viranomaisvalvontaan liittyvän turvallisuuskulttuurin arvioimiseksi alettiin kerätä havaintoja tarkastajakunnalta. Havainnointia ohjaamaan oli koottu lista turvallisuuskulttuurin ilmenemiskohteista ja niistä järjestettiin koulutusta tarkastajille. Havaintojen jatkotyöstäminen tapahtuu käytön tarkastusohjelman puitteissa. Menettelytapaa kokeiltiin vuonna 2001. Tuloksia voitiin pitää hyödyllisinä ja jatkokehittely on meneillään.

STUKin tavoitteena on turvallisuuskulttuurin kehittäminen Suomessa koko ydinvoima-alan kattavasti. Vahva turvallisuuskulttuuri tarkoittaa

- tietoisuutta oman organisaation erityispiirteistä ja toimintatavoista sekä niiden suhteesta turvallisuustavoitteisiin
- tavoitteellista oman organisaation ja sen toiminnan sekä eri organisaatioiden välisen vuorovaikutuksen kehittämistä turvallisuuden varmistamiseksi sekä
- valmiutta huomata turvallisuuteen vaikuttavat tekijät johtamisessa, organisaatioyksiköiden ja ryhmien välisissä suhteissa, toimintatavoissa ja ilmapiirissä sekä reagoida niihin.

Turvallisuuskulttuurin arviointiin liittyen käynnistettiin myös suunnittelu organisaatiota koskevien muutosten käsittelyn tehostamiseksi. STUK on pyrkinyt rakentamaan edellytyksiä turvallisuuskulttuurin kehittämiseksi turvallisuustutkimuksen keinoilla. Turvallisuuskulttuurin arviointiin kohdistuvaa tutkimusta on tehty vuodesta 1999 ja sitä jatketaan edelleen.

### Oman toiminnan kehittäminen

Oman toiminnan kehittämisessä keskityttiin jo käynnistettyjen hankkeiden loppuunsaattamiseen. Vuonna 1999 aloitettu organisaatiokulttuurin kehittämishanke tuotti runsaasti kehittämisideoita, joiden toimeenpano vastuutettiin ja aika-aulutettiin.

BSC-kehityshanke (Balanced Score Card) käynnistettiin ja strategiset menestystekijät määriteltiin. BSC-mittareiden kehityksessä on osallistuttu ydinturvallisuusalan kansainväliseen ja kotimaiseen yhteistyöhön viranomaistoiminnan vaikuttavuuden mittaamiseksi.

Vuoden 2001 aikana otettiin käyttöön EFQM-kriteeristö (European Foundation for Quality Management Excellence Model) työkaluksi oman toiminnan arviointiin. Huhtikuussa tehdyn arvioinnin pohjalta päätettiin vuonna 2002 toteuttaa osaamiskartoitus osana henkilöstösuunnitelman valmistelua ja jatkaa toimintakulttuurin kehittämistä. Laadunhallintajärjestelmän ylläpito ja kehittäminen jatkui vuoden 2001 aikana aiempien linjausten pohjalta.

Ydinvoimalaitosten turvallisuusvalvonnan strategiasta johdettuna kehityshankkeena valmistettiin syksyn 2001 aikana ydinvoimalaitosten val-

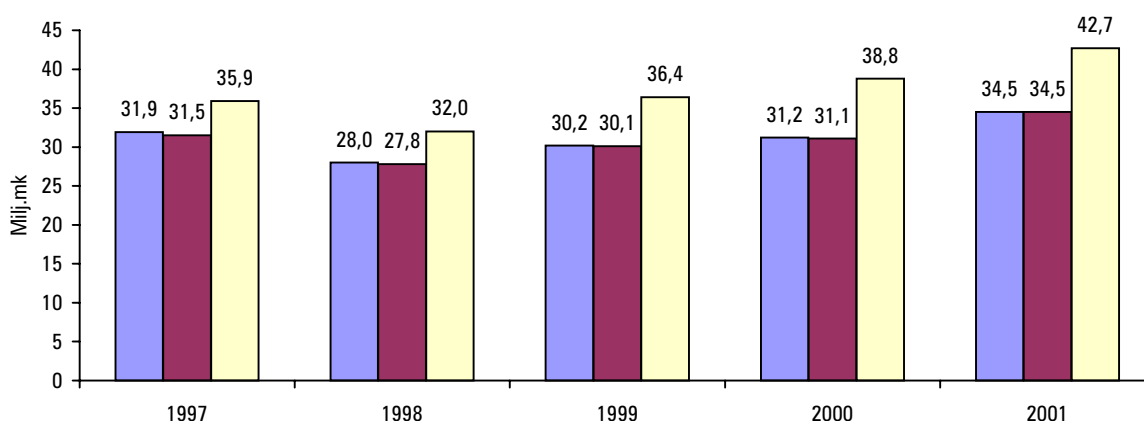
vontaosaston organisaatiouudistus, joka astui voimaan vuoden 2002 alussa.

### 2.3 Talous

Maksullisen ydinturvallisuusvalvonnan kustannukset vuonna 2001 olivat 34,5 milj. markkaa (5,8 milj. euroa). Ydinturvallisuusvalvonnan kokonaiskustannukset olivat 42,7 milj. markkaa (7,2 milj. euroa). Siten maksullisen toiminnan osuus oli 81 %.

Vuonna 2001 ydinturvallisuusvalvonnasta kertyneet tulot olivat 34,5 milj. markkaa (5,8 milj. euroa). Tuloista 14,5 milj. markkaa (2,4 milj. euroa) kertyi Loviisan ja 14,9 milj. markkaa (2,5 milj. euroa) Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköiden valvonnasta. Posiva Oy:n toiminnan valvonnasta kertyi 4,7 milj. markkaa (0,8 milj. euroa). Muista valvottavista kohteista (mm. FiR 1-tutkimusreaktorin valvonta, suunnitteilla olevan ydinvoimalaitoksen turvallisuusarvioinnin laatiminen, ydinaineiden pienkäyttäjien valvonta) kertyneet tulot olivat 0,4 milj. markkaa (0,07 milj. euroa). Kuvassa 7 esitetään ydinturvallisuusvalvonnan vuosittaiset tulot ja kustannukset viime vuosilta.

■ Ydinturvallisuusvalvonnan tulot ■ Maksullisen ydinturvallisuusvalvonnan kustannukset ■ Ydinturvallisuusvalvonnan kokonaiskustannukset



**Kuva 7.** Ydinturvallisuusvalvonnan tulot ja kustannukset.

### 3 Säännöstötyö

Ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevista yleisistä määräyksistä sekä ydinvoimalaitosten turva- ja valmiusjärjestelyistä annettujen valtioneuvoston päätösten 395, 396 ja 397 ajantasaisuus arvioitiin. Päätökset ovat vuodelta 1991. Arviointi osoitti, että päätöksillä on päivitystarvetta. Koska kyseessä on lähinnä niiden sisältöä koskevat tarkennukset pikemminkin kuin suuremmat periaatteelliset muutokset, ei päätösten muuttamista pidetä kiireellisinä.

Vuoden 2001 aikana STUKissa ei valmisteltu eikä Suomessa astunut voimaan merkittäviä ydinenergialain tai -asetuksen muutoksia.

STUK julkaisee YVL-ohjeita, jotka ovat yksityiskohtaisia ydinlaitosten turvallisuutta koskevia määräyksiä. Ohjeissa esitetään ydinlaitosten turvallisuutta koskevien vaatimusten lisäksi STUKin käyttämiä valvontamenettelyjä. STUK päättää ydinlaitoskohtaisesti uusien ohjeiden soveltamisesta ja velvoittavuudesta jo käynnissä oleville laitoksille. YVL-ohjeiden julkaiseminen perustuu ydinenergialakiin (990/1987) ja valtioneuvoston ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevista yleisistä määräyksistä (395/1991) tekemään päätökseen. YVL-ohjeiston uudistamista ja ajantasallapitoa jatkettiin. Vuoden 2001 aikana ohjetyöryhmissä valmisteltiin tai arvioitiin kaikkiaan noin 50:tä ohjetta. Vuoden loppuun mennessä valmistui kolme ohjetta ja hyväksymiskäsittelyssä oli neljä muuta ohjetta. Useista ohjeista valmisteltiin lisäksi pitkällä olevia luonnoksia.

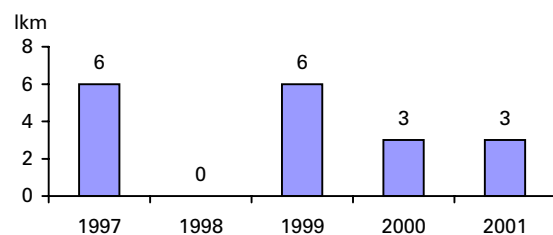
Vuosittain julkaistujen suomenkielisten ohjeiden lukumäärä esitetään kuvassa 8. Englannin kielellä julkaistiin kaksi ohjetta. YVL-ohjeiden kääntäminen ruotsinkielelle käynnistyi.

YVL-ohjeisto ja muu ydinturvallisuusvalvonnan kannalta olennainen säännöstö on ollut jo

muutaman vuoden käytettävissä myös STUKin tietoverkossa. Vuoden aikana tämä ns. Ydintietohjelma muunnettiin selainohjelmilla käytettävään muotoon ja integroitiin STUKin sisäiseen intranet-järjestelmään.

STUK valmisteli kansalliset lausunnot IAEA:lle 12 turvallisuusohjeen luonnoksesta. Annetut lausunnot luetellaan liitteessä 3.

Vuonna 2000 käynnistynyttä suomalaisen ydinturvallisuussäännöstön itsearviointia täydennettiin Valtion teknilliseltä tutkimuskeskukselta tilatulla riippumattomalla tutkimuksella, joka koski säännöstön ennaltaohjaavuutta ja kattavuutta. Tutkimuksessa pääpaino oli luvanhaltijoiden mielipiteiden ja kokemusten kartoittamisella, millä pyrittiin muodostamaan kuvaa suomalaisen ydinturvallisuussäännöstön mahdollisesti haitalliseksi koettavasta ennaltaohjaavuudesta. Ulkopuolinen arvio päättyi toteamukseen, että suomalaista säännöstöä ei ole syytä pitää haitallisen yksityiskohtaisena. Myös kehityskohteita tunnistettiin, kuten esimerkiksi säännöstön tulkinnan yhtenäisyyden varmistaminen. Molempien säännöstöarviointien pohjalta luonnosteltiin vuoden 2001 aikana STUKin uutta säännöstöstrategiaa. Arviointien tulokset raportoitiin myös kansainväliselle yhteisölle ydinturvallisuussopimuksen edellyttämässä toisessa selonteossa.



**Kuva 8.** Julkaistujen YVL-ohjeiden lukumäärä.

## 4 Ydinlaitosten valvonta

### 4.1 Ydinturvallisuusvalvonta

Ydinvoimalaitosten valvonta muodostui käytön tarkastusohjelmaan kuuluvista tarkastuksista sekä erillisistä tarkastuksista, jotka luvanhaltija oli velvollinen pyytämään laitoksella tehtävien toimenpiteiden yhteydessä tai jotka STUK teki harkintansa perusteella. STUK arvioi ydinvoimalaitosten turvallisuutta myös mm. käyttökokeiden ja turvallisuustutkimusten sekä luvanhaltijan toimittamien raporttien ja suunnitelmien perusteella sekä tekemällä tarkastuksia laitospaikoilla ja laitteiden valmistajien luona.

Käytön tarkastusohjelmaan sisältyvät tarkastukset esitetään liitteessä 1. Ohjelman mukaiset tarkastukset toistetaan pääsääntöisesti vuosittain; yksittäisten tarkastusten sisältö sen sijaan vaihtelee eri vuosina. Vuosittainen tarkastusohjelma saatetaan luvanhaltijan tietoon vuoden alussa ja tarkastusajankohdat sovitaan luvanhaltijan edustajien kanssa. Vuonna 2001 Loviisan laitokselle tehtiin 16 tarkastusta ja Olkiluodon laitokselle 15 tarkastusta. Tarkastuksissa käytiin läpi johtamistoimintaa, menettelytapoja, organisaatioyksiköiden toimintaa ja järjestelmien teknistä hyväksyttävyyttä. Tarkastukset muodostuivat voimalaitosten henkilöstön haastatteluista ja laitospaikkien tarkastuksista, joilla todennettiin asioita ja valvottiin mm. koestuksien tekemistä. Ohjelman yhteydessä tehtiin myös yksi ennalta ilmoittamaton tarkastus Loviisan laitokselle. Tarkastus kohdistui työlupamenettelyihin ennen vuosihuoltoseisokkia ja seisokin aikana.

Vuoden 2001 tarkastuksissa annettiin yhteensä 87 huomautusta. Turvallisuuden kannalta merkittävimmät Loviisan voimalaitokselle annetut huomautukset koskivat puutteita laitosmuutosten hallinnassa, sähkö- ja automaatiolaitteiden hankinta- ja laadunvalvontamenettelyissä ja höyrystimien kuormitusten seurannassa. Olkiluodon laitoksella turvallisuuden kannalta merkittävimmät

huomautukset koskivat puutteita laitosmuutosten hallinnassa ja määräaikaishallinnon seurannassa ja arvioinnissa. Lisäksi Olkiluodon laitoksella tehdyssä tarkastuksessa kiinnitettiin erityistä huomiota vikatilastojen hyödyntämiseen laitoksen turvallisuuden arvioinnissa ja parantamisessa. Sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla tehtiin ja on jo tehtykin toimenpiteitä havaittujen puutteiden korjaamiseksi. Mikään STUKin tekemistä havainnoista ei ollut sellainen, että sillä olisi ollut oleellista vaikutusta laitosyksiköiden turvallisuuteen.

STUK valvoi laitteiden ja rakenteiden muutostöiden toteuttamista laitospaikoilla ja laitteiden valmistajien luona tehdyin tarkastuksin sekä luvanhaltijan laatimien selvitysten avulla. Laitosyksiköiden turvallisuuden parantamiseksi tehtyjä laitosmuutoksia selvitetään luvuissa 4.2.4 ja 4.3.4 sekä liitteessä 7. Laitosmuutosten valvonta muodostui muutostyötarpeen tunnistamisesta, viranomaiskäsittelylaajuuden määrittelystä, muutoksia koskevien asiakirjojen käsittelystä ja muutostyön toteutuksen ja käyttöönoton valvonnasta. Laitoksilla tehtyjen muutosten seurauksena myös useat laitosten toimintaa ja rakennetta kuvaavat asiakirjat kuten turvallisuustekniset käyttöehdot, lopullinen turvallisuusseloste ja käyttöohjeet muutettiin. STUK tarkasti näihin asiakirjoihin tehdyt muutokset. Muutostöiden valvontaan liittyi STUKin ja voimayhtiöiden välisiä kokouksia, joissa voimayhtiöiden edustajat selvittivät suunnitteilla olevia muutoksia sekä meneillään olevien muutostöiden tilannetta. STUKiin on muodostettu erillinen atk-rekisteri laitosmuutosten seurantaan varten.

Vuosihuoltoseisokkien valvonta kohdistui mm. seisokin aikaisten töiden hallinnollisiin järjestelyihin, käyttö- ja kunnossapitohenkilökunnan toimintaan, ydinpolttoaineen vaihtoon, luvanhaltijan ja alihankkijoiden tekemiin tarkastuksiin ja

testauksiin sekä säteilysuojeluun. STUK valvoi myös laitossyksikköjen pysäytystä seisokkitilaan ja käynnistystä seisokin jälkeen. Vuosihuoltoseisokkeja koskevia asioita kuvataan yksityiskohtaisemmin liitteessä 5.

Yhtenä valvonnan muotona olivat tapahtumien tutkimukset. STUK nimeää tutkintaryhmän selvittämään ydinvoimalaitoksella sattunutta tapahtumaa erityisesti silloin, kun voimayhtiön oma organisaatio ei ole toiminut tapahtuman yhteydessä suunnitellulla tavalla tai kun tapahtuman arvioidaan johtavan merkittäviin muutoksiin laitoksen teknisessä rakenteessa tai laitosta koskevassa ohjeistossa. STUKin tutkintaryhmä perustetaan myös, mikäli voimayhtiö ei ole itse selvittänyt tapahtuman perussyitä riittävällä tavalla.

Luvanhaltijat arvioivat itse omilla ydinvoimalaitoksillaan sattuneita tapahtumia ja ryhtyvät tarvittaessa toimenpiteisiin tapahtumien johdosta. STUK arvioi näitä voimayhtiön toimenpiteitä osana turvallisuusvalvontaa. STUK arvioi myös omaa toimintaansa tutkittavan tapahtuman yhteydessä. STUK ei käynnistänyt vuoden 2001 aikana uusia käyttötapahtumatutkintoja. Vuoden 2000 puolella käynnistetyt kaksi tutkintaa ”Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaiset laitostilanteet ja inhimillisperäiset yhteisviat” ja ”Loviisan ydinvoimalaitoksen pääkiertopumppujen tiivisteveden varmentaminen” saatettiin loppuun. Tutkintojen johdosta vuonna 2001 tehtyjä toimenpiteitä selvitetään luvuissa 4.2.3 ja 4.3.3.

Ydinenergialain mukaan STUKin on todettava, että ydinlaitoksen haltijan vahingonkorvausvastuu ydinvahingon varalta on järjestetty siitä säädetyllä tavalla. Vastuujärjestelyjen sisällöllisen puolen tarkastaa Vakuutusvalvontavirasto. Valvontamenettely kuvataan yksityiskohtaisesti STUKin ohjeessa YVL 1.16, Ydinvastuuvakuutusten valvonta. Luvanhaltijat ovat toimittaneet ohjeen mukaista menettelyä käyttäen tarvittavat asiakirjat STUKille. STUK todensi, että järjestelyt on hoidettu lainsäädännön edellyttämällä tavalla.

## 4.2 Loviisan voimalaitos

### 4.2.1 Käyttö ja käyttötapahtumat

Loviisan ydinvoimalaitoksen molemmat laitosyksiköt toimivat luotettavasti. Loviisa 1:n energiakäyttökerroin oli 92,1 % ja Loviisa 2:n 89,0 %. Vuosihuoltoseisokin pituus Loviisa 1:llä oli 20 vuorokautta ja Loviisa 2:lla 22 vuorokautta. Vuosihuoltoseisokkien kulkua ja seisokeissa tehtyjä toimenpiteitä kuvataan liitteessä 5.

Loviisa 1:llä oli yksi reaktorin pikasulku. Jännitteellisen kaapelin katkaisu aiheutti oikosulun, jonka seurauksena mm. suojarakennuksen eristysventtiileitä sulkeutui. Laitossyksikön ohjaaja havaitsi tilanteen ja teki käsin reaktorin pikasulun. Pikasulkutapahtumaa kuvataan tarkemmin liitteessä 6. Loviisa 1:llä oli lisäksi lyhyt tuotantokatkos laitosyksikön höyrystintilan tarkistamiseksi pääkiertopumpun moottorin voiteluöljyn vuodon jälkeen. Vuosihuoltoseisokin lisäksi ei muita tuotantokatkoja laitosyksiköllä ollut. Loviisa 2:lla oli vuosihuoltoseisokin lisäksi lyhyt seisokki primääripiiriin liittyvän säätösauvakoneiston suojaPUTKEN vuodon korjaamiseksi. Laitteiden vikautumisista aiheutuneet tuotannon menetykset olivat Loviisa 1:llä 0,7 % ja Loviisa 2:lla 0,7 %.

Kuvassa 9 esitetään laitosyksiköiden keskimääräiset vuorokautiset bruttosähkötehot vuonna 2001. Energiakäyttökertoimen ja reaktorin pikasulkujen lukumäärät viime vuosilta esitetään kuvissa 10 ja 11.

Loviisan laitosyksiköillä ei ollut tapahtumia, joilla olisi ollut merkitystä turvallisuuden kannalta. Liitteessä 6 esitetään merkittävimpiä tapahtumia, joista mikään ei ollut INES-asteikolla luokkaa 0 korkeammassa luokassa. Suomen laitosyksiköillä INES-luokkaan 1 ja sitä korkeampiin luokkiin luokiteltujen tapahtumien yhteismäärät viime vuosilta esitetään kuvassa 12.

Loviisan laitosyksiköillä ei ollut tapahtumia, joilla olisi ollut merkitystä turvallisuuden kannalta. Liitteessä 6 esitetään merkittävimpiä tapahtumia, joista mikään ei ollut INES-asteikolla luokkaa 0 korkeammassa luokassa. Suomen laitosyksiköillä INES-luokkaan 1 ja sitä korkeampiin luokkiin luokiteltujen tapahtumien yhteismäärät viime vuosilta esitetään kuvassa 12.

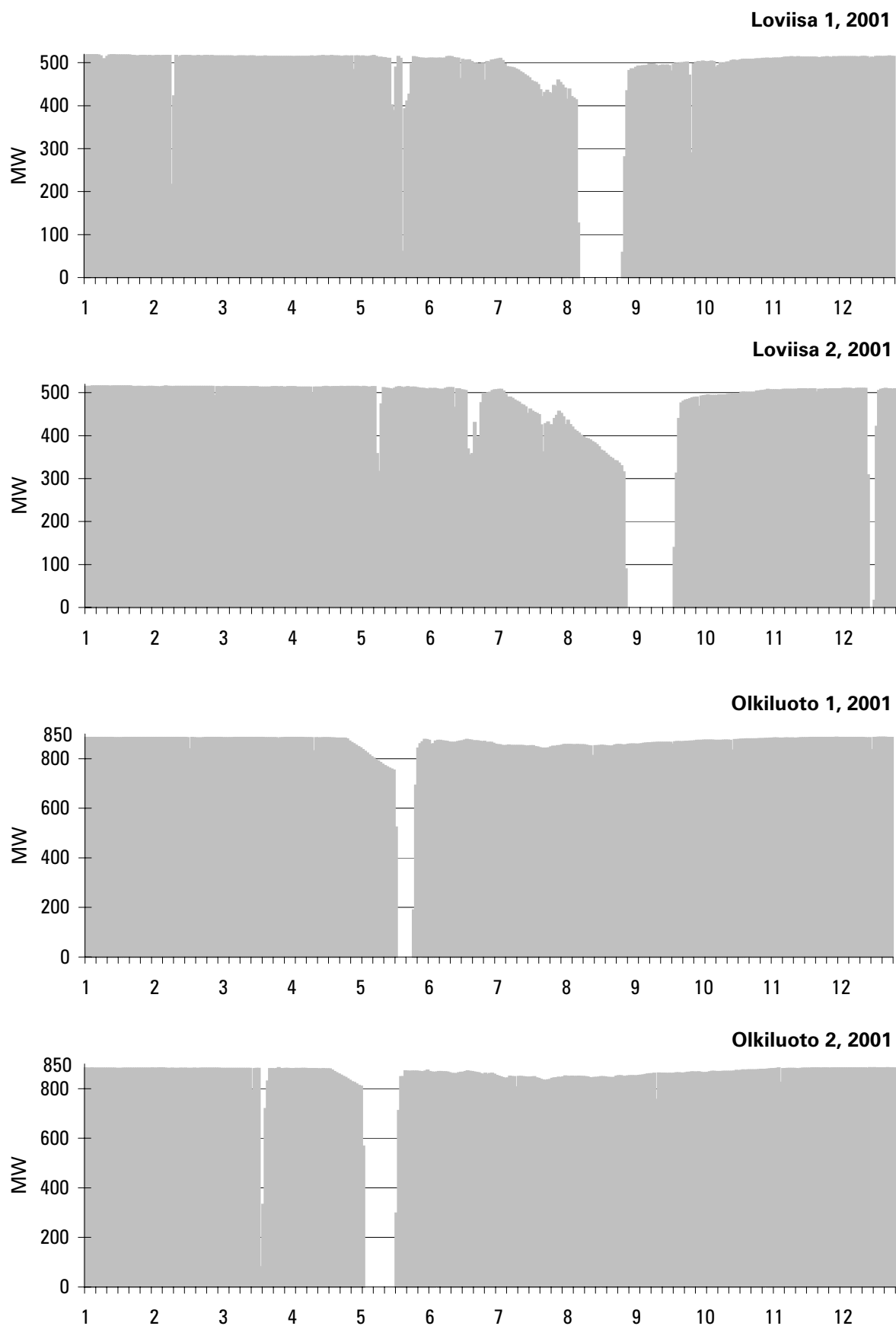
### 4.2.2 Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaiset laitostilanteet

Loviisan laitosyksiköillä oli seuraavat kolme tilannetta, joissa laitosyksikkö ei ollut turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisessa tilassa:

- Dieselgeneraattorihuoneen ilmastoinnin osittainen toimimattomuus Loviisa 1:llä
- Turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa säätösauvojen asemalle reaktorisydämessä asetetun rajan alitus Loviisa 1:llä
- Suojarakennuksen venttiilin asentokytkimen toimimattomuus Loviisa 1:llä

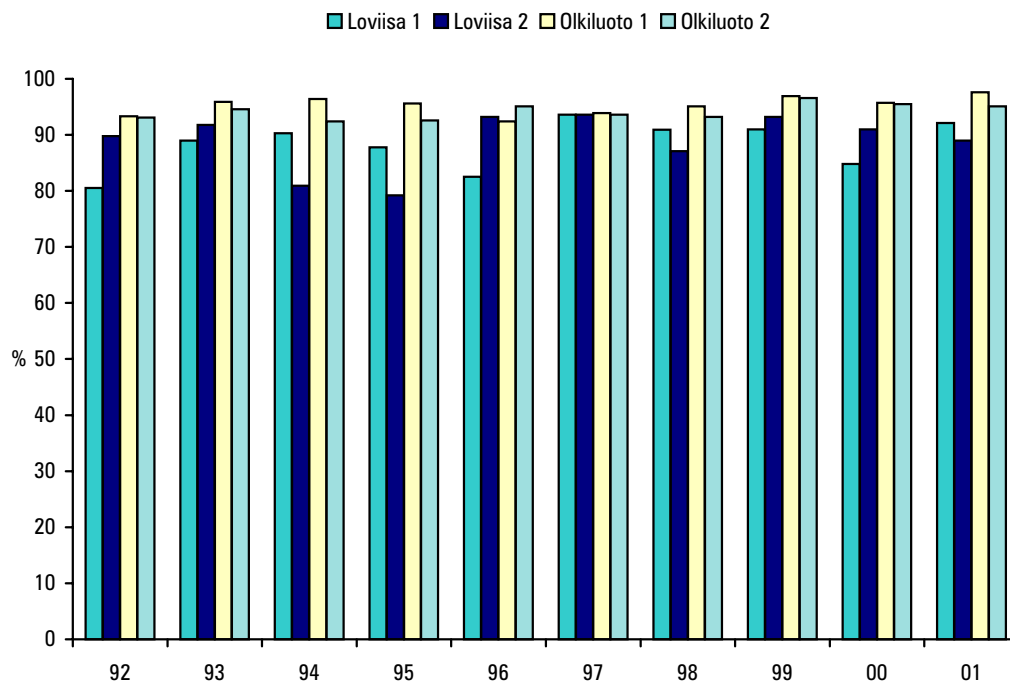
Yksityiskohtaiset kuvaukset tilanteista esitetään liitteessä 6.

Luvanhaltija on suunnitellut ja osin toteutta-

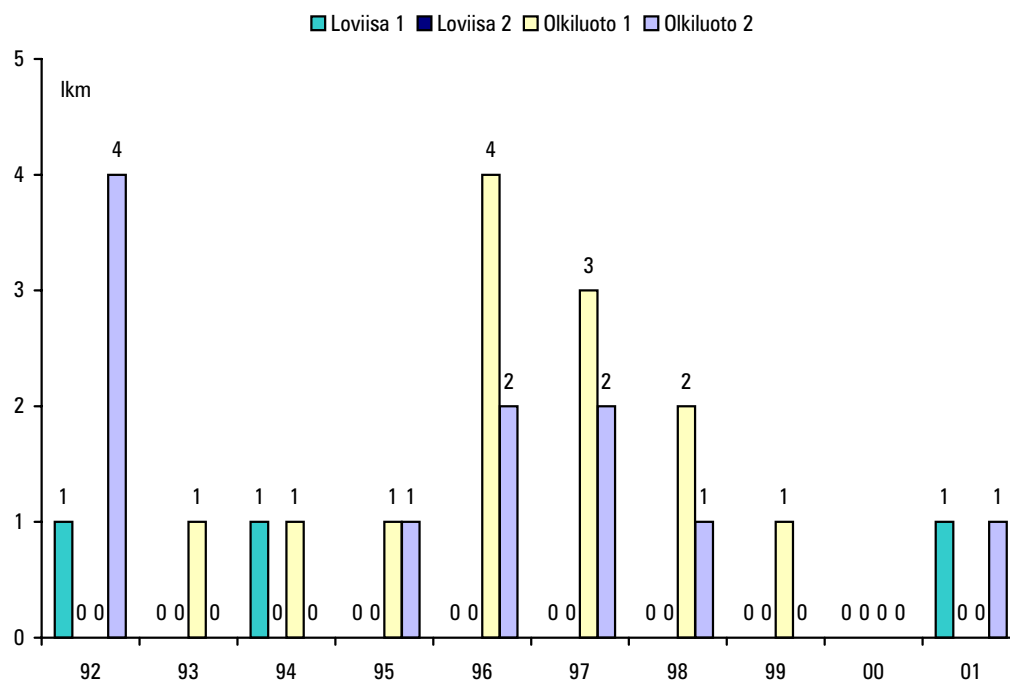


**Kuva 9.** Loviisan ja Olkiluodon laitosyksiköiden keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho vuonna 2001.





**Kuva 10.** Loviisan ja Olkiluodon laitosyksiköiden energiakäyttökertoimet.



**Kuva 11.** Loviisan ja Olkiluodon laitosyksiköiden reaktorien pikasulkujen lukumäärät lukuun ottamatta pikasulkukokeita (reaktori yli 5 % teholla).

nut toimenpiteitä tapahtumien toistumisen estämiseksi. Kuvassa 13 esitetään turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisten laitostilanteiden määrät viime vuosilta. Olkiluodon laitoksen tapahtumat käsitellään kohdassa 4.3.2.

Turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikettiin myös hakemalla ennakkoon STUKin hyväksyntä poikkeamalle. STUK antoi tällaisia poikkeuslupia vuonna 2001 Loviisan laitoksiköille yhteensä kolme. Poikkeuslupien vuosittaisia määriä esitetään kuvassa 14.

#### 4.2.3 Tapahtumien tutkinta

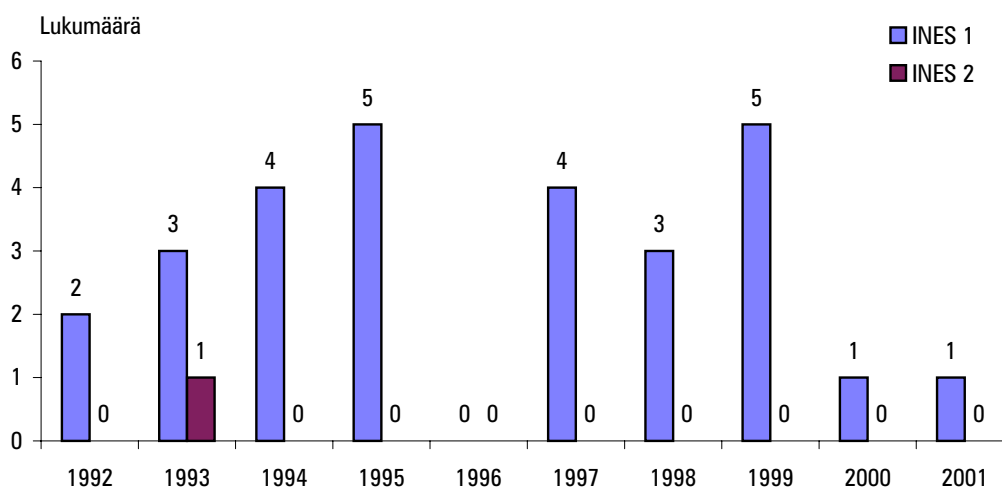
##### Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaiset laitostilanteet

Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisia laitostilanteita koskevalla tutkimalla selvitettiin niiden taustalla olevia yhteisiä tekijöitä sekä mahdollisia tapahtumien lisääntymiseen johtaneita syitä. Tutkinta tehtiin vuonna 2000 ja se kohdistui sekä Loviisan että Olkiluodon laitokseen. Tutkintaa on selvitetty vuosiraportissa STUK-B-YTO 206 ja tutkintaan johtaneet turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaiset laitostilanteet on kuvattu vuosiraportissa STUK-B-YTO 200.

Tutkinnan perusteella STUK suositteli, että luvanhaltijoiden oli tarpeen arvioida menettelyjään muutostilanteiden tunnistamiseksi ja niiden vaikutusten huomioimiseksi riittävän laajasti. Luvanhaltijoiden tuli myös selvittää mahdollisuuksia vähentää työnsä rutinoitumista. Erityisesti kiireessä ja poikkeamatilanteissa tulee pyrkiä tukemaan tarkkaavaista toimintatapaa. Esille tulleita asioita olisi korostettava myös koulutuksessa. Luvanhaltijoiden tulisi tapahtumien tutkimuksen osalta entistä enemmän kiinnittää huomiota inhimillisten tekijöiden huomiointiin ja poistamiseen sekä sisällyttää havaintonsa myös tapahtumamaraportteihin.

Loviisan voimalaitos esitti suositusten johdosta toimenpidesuunnitelman. STUK seuraa esitettyjen hankkeiden ja parannustoimenpiteiden etenemistä ja toteutumista sekä kehitystarpeita osana normaalia käytönvalvontaa sekä asianomaisten tekniikan alojen käytön tarkastusohjelman tarkastusten yhteydessä. TTKE:n vastaisten laitostilanteiden määrä on laskenut Loviisan voimalaitoksella (kuva 13).

Olkiluodon laitosta koskevia toimenpiteitä selvitetään kohdassa 4.3.3.



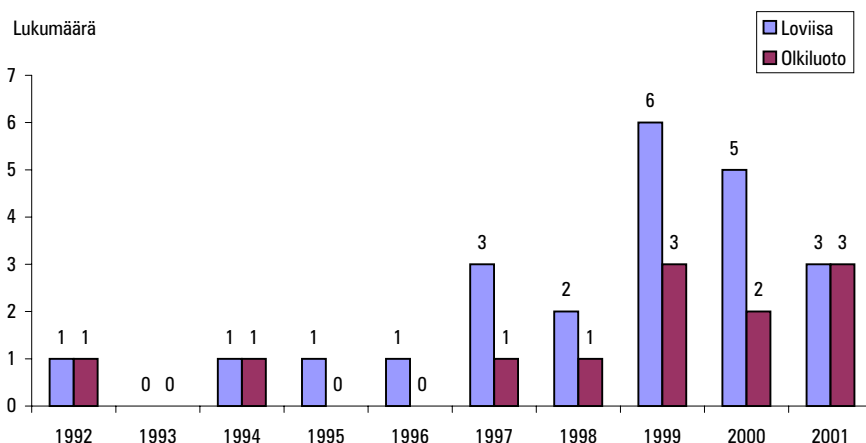
**Kuva 12.** INES-luokkaan 1 ja sitä korkeampiin luokkiin luokitellut tapahtumat Suomen neljällä laitoksiköllä yhteensä.

### Viivästyminen Loviisan ydinvoimalaitoksen pääkiertopumppujen tiivisteveden varmentamisessa

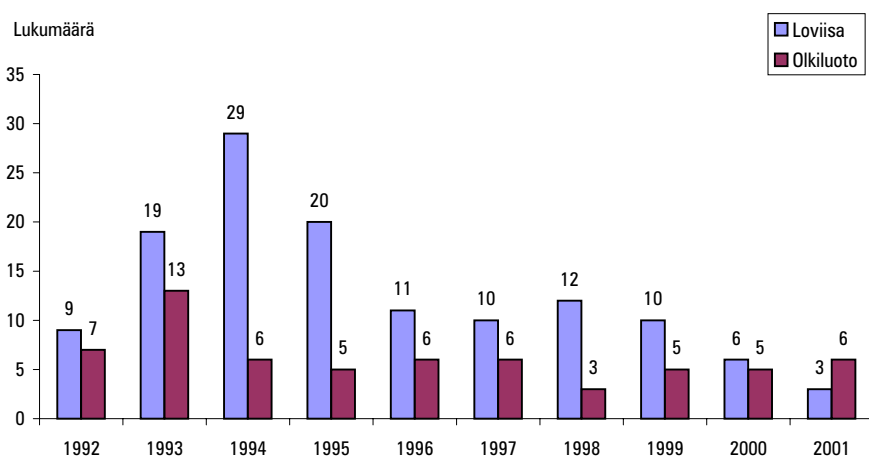
Tutkinnalla selvitettiin Loviisan ydinvoimalaitoksen pääkiertopumppujen tiivisteveden syötön varmentamiseksi suunnitellun muutostyön viivästy mistä. Vettä tarvitaan sekä pumpun akselin tiivistämiseen että tiivisteiden jäähdyttämiseen. Luvanhaltijan pyrkimyksenä oli toteuttaa pääkiertopumppujen tiivistevesijärjestelmän toimintaa varmentava laitosmuutos Loviisa 2:lla vuoden 2000 vuosihuoltoseisokissa. Päätös muutoksen toteuttamisesta oli tehty Loviisan voimalaitoksella heinäkuussa 1999. Työ jäi kuitenkin toteuttamatta, koska voimayhtiön työhön liittyvät suunnitteluaineistot olivat puutteelliset ja valmistuivat myöhässä. Asian käsittely viivästy myös STUK:issa,

eikä hyväksymispäätöstä saatu valmiiksi siten, että työ olisi ehditty tekemään suunnitellun vuosihuollon aikana. Tutkintaa on selvitetty vuosiraportissa STUK-B-YTO 206.

STUKille lähetetyn ennakkotarkastusaineiston puutteita olivat turvallisuudelle tärkeäksi luokiteltujen antureiden laitetason ennakkotarkastusaineiston puuttuminen ja automaatioteknisten suunnitteluperusteiden epäselkeys. Luvanhaltijan päätökseen lähettää aineisto STUKiin puutteellisenä vaikutti osaksi automaatioteknisen suunnittelun ja laitesuunnittelun alkamisen lykkääntyminen lähelle suunniteltua asennusajankohtaa. Luvanhaltija ei myöskään esittänyt tai perustellut aineistossa poikkeamia YVL-ohjeiden vaatimuksista, mikä hankaloitti tarkastusta STUKissa.



**Kuva 13.** Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisten laitostilanteiden lukumäärät Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla.



**Kuva 14.** Turvallisuusteknisiä käyttöehtoja koskevien poikkeuslupien määrät Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla.

STUKin puolella aineiston käsittelyn viivästymiseen vaikutti ennen muuta puutteellinen yksiköiden välinen kommunikointi, jonka vuoksi muutostyön tärkeyttä ei tunnettu riittävän laajasti. Muutostyötä oli käsitelty sen alkuvaiheessa osastokouksissa, mutta menettely ei kuitenkaan ollut riittävä estämään tarkastuksen viivästymistä. Muutostyökokonaisuuksia ei STUKissa hallittu keskitetysti vielä tapahtuman kehittymisen aikoihin.

Muutostyö toteutettiin Loviisan voimalaitoksen molemmilla laitosyksiköillä vuosihuoltoseisokeissa 2001 (kohta 4.2.4 ja liite 7). STUKin toiminnassa havaitut kehitystarpeet on huomioitu mm. asiakirjojen käsittelyä ja muutostöiden hallintaa koskeissa STUKin laatukäsikirjan ohjeissa.

#### 4.2.4 Turvallisuuden parantaminen

Molempien laitosyksiköiden turvallisuutta parannettiin edelleen. Parannukset ovat perustuneet YVL-ohjeissa laitosten käyttöön oton jälkeen asetettuihin uusiin turvallisuusvaatimuksiin, todennäköisyyspohjaisten turvallisuusanalyysien tuloksiin sekä osittain myös laitosten käytön aikana saatuihin kokemuksiin.

Loviisa 1:llä sekä osittain myös Loviisa 2:lla jatkettiin varautumista vakaviin onnettomuuksiin. Muutostyöt keskittyivät reaktoripainesäiliön ulkoisen jäähdytyksen varmentamiseen tilanteissa, jossa reaktorissa oleva polttoaine on vakavan onnettomuuden seurauksena sulanut painesäiliön pohjalle. Loviisa 2:lla tehtiin ulkopuoliseen jäähdytykseen liittyviä valmisteluja reaktorikuopassa. Myös onnettomuuden aikana syntyvän vedyn hallintaan liittyviä järjestelmiä parannettiin. Vedyn kulkeutuminen reaktorirakennuksen alatilasta jäälauhduttimien kautta suojarakennuksen ylätilaan varmennettiin asentamalla laitteet, jotka avaavat vakavan onnettomuuden aikana jäälauhduttimien alaovet. Loviisa 1:llä otettiin käyttöön vakavien onnettomuuksien hallintaan tarkoitettu valvomo.

Hätäjäähdytysjärjestelmän muutoksiin liittyen painehätälisävesisäiliöiden toimintaparametrejä muutettiin laitosyksiköiden onnettomuuskäyttämisen parantamiseksi. Muutostyön johdosta polttoaineen suojakuoren lämpötilat jäivät pahimmissa onnettomuustilanteissa (primääripiirin vuoto) oleellisesti aikaisempaa pienemmiksi. Tämän seurauksena voitiin hyväksyä polttoaineen

maksimipalaman nosto 12,5 %:lla. Palaman noston ansiosta polttoainetta voidaan käyttää reaktorissa aikaisempaa pitempään ja polttoaineesta syntyvän korkea-aktiivisen jätteen määrä vähenee.

Todennäköisyyspohjaisten analyysien tulosten perusteella edellytettiin tehtäväksi parannuksia pääkiertopumppujen tiivistevesijärjestelmään. Toteutetussa muutoksessa molemmilla laitosyksiköillä pääkiertopumppujen tiivisteiden jäähdytys varmennettiin tiivisteveden lämpötilan perusteella tapahtuvalla syötönvaihdoilla kemikaalien syöttöjärjestelmän pumpuilla lisävesijärjestelmän kautta. Tällä muutoksella varmistetaan järjestelmän toiminta häiriö- ja onnettomuustilanteissa.

Suojarakennuksen ulkopuolisten vuotojen aiheuttaman riskin pienentämiseksi asennettiin reaktorirakennuksen vesitysjärjestelmään erotusventtiili ja poistettiin yhteys reaktorirakennuksen ilmausjärjestelmän ja uloslaskulinjan väliltä.

Lisäksi laitosyksiköillä tehtiin eräitä käyttökokemuksiin perustuvia muutoksia. Näihin kuului paloilmoinjärjestelmän ja vetykeskusten uudistaminen molemmilla laitosyksiköillä sekä sivumerivesipiirin pumppujen sähkömoottorien uusiminen Loviisa 2:lla. Loviisa 1:llä aloitettiin höyrystintilan lattian uudelleenpinnoitus.

Turvallisuutta parantavia hankkeita kuvataan liitteessä 7.

#### 4.2.5 Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit

Luvanhaltija täydensi Loviisan ydinvoimalaitoksen todennäköisyyspohjaista turvallisuusanalyysiä (PSA) tutkimuksella, jossa oli arvioitu primääripiiristä suojarakennuksen ulkopuolelle eri järjestelmien kautta pääsevästä vuodoista aiheutuvaa riskiä (VLOCA). Analyysissä oletetut vuodot ovat suurempia kuin 5 kg/s. Analyysin mukaan pääkiertopumppujen tiivistevesijärjestelmän lämmönvaihtimien vuodot ja putkiston murtumat suojarakennuksen ulkopuolella johtaisivat reaktorirakennuksen alatilaa lämmön nousuun. Siitä saattaisi seurata mittaussäiliöiden vikautuminen. Analyysin tulosten perusteella laitosyksiköillä on tehty muutoksia VLOCA-riskin pienentämiseksi. Toteutettuja muutoksia kuvataan liitteessä 7. Lisäksi suunnitteilla on myöhemmin tehtäviä muutoksia.

Luvanhaltija arvioi myös primääripiiristä suo-

jarakennuksen ulkopuolelle tapahtuvista hyvin pienistä vuodoista aiheutuvaa riskiä (XSLOCA). Näissä tilanteissa vuotomäärä on pienempi kuin 5 kg/s. Koska vuodon määrä on hyvin pieni, vuodon kompensoimiseksi ei tarvita hätäjähdytysjärjestelmää, kuten sitä suuremmissa vuodoissa. STUKissa tarkastuksen painopiste oli analyysin johtopäätösten ja riskinvähennystoimenpiteiden arvioinnissa. Luvanhaltija toimitti STUKin pyynnöstä selvityksen suunnitelluista riskiä vähentävistä toimenpiteistä.

Luvanhaltijan arvioiden mukaan VLOCA:n ja XSLOCA:n yhteensä aiheuttama sydänvauriotaajuus on noin  $10^{-4}$ /vuosi. Vuosi- ja vuosihuollossa 2002 tehdään useita VLOCA:aan ja XSLOCA:aan liittyviä laitosmuutoksia. Muutosten jälkeen VLOCA:n ja XSLOCA:n aiheuttaman sydänvauriotaajuuden arvioidaan vähenevän noin kymmenenteen osaan alkuperäisestä. Tason 1 PSA:n mukaan sydänvauriotaajuus, jossa on huomioitu kaikki alkutapahumat, on tuolloin noin  $1 \cdot 10^{-4}$ /vuosi. Tason 2 PSA:n mukaan suuren päästön taajuus on noin  $6 \cdot 10^{-6}$ /vuosi (vain sisäiset alkutapahtumat huomioitu). Tason 1 PSA:lla arvioidaan laitoksen reaktorisydämen vaurioitumisen todennäköisyyttä ja tason 2 PSA:lla suojarakennuksesta vuotavien radioaktiivisten aineiden päästön määrää, todennäköisyyttä ja ajoittumista.

#### 4.2.6 Säteilyturvallisuus

Kaikkien Loviisan ydinvoimalaitoksella työskennelleiden henkilöiden säteilyannokset vuonna 2001 alittivat vuosiannosrajan 50 mSv. Henkilökohtaisten säteilyannosten jakaumat vuonna 2001 esitetään taulukossa II. Loviisan ydinvoimalaitoksella saatu suurin henkilökohtainen säteilyannos oli 12,4 mSv. Annos oli kertynyt pääosin työskentelystä sekä Loviisa 1:n että 2:n vuosihuolloissa.

Yksittäisten henkilöiden säteilyannokset eivät myöskään ylittäneet viiden vuoden ajanjaksolle määritettyä 100 mSv annosrajaa. Viisivuotisjaksolla 1997–2001 suurin suomalaisen ydinvoimalaitostyöntekijän henkilökohtainen säteilyannos 85,1 mSv saatiin Loviisan ydinvoimalaitoksella.

Työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos vuonna 2001 oli Loviisan molemmilla laitosyksiköillä yhteensä 1,13 manSv. Työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos Loviisa 1:llä oli 0,76 manSv ja Loviisa 2:lla 0,37 manSv. Loviisan ja Olkiluodon voimalaitosten kollektiiviset sätei-

**Taulukko II.** Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla työskennelleiden henkilöiden säteilyannosjakaumat vuonna 2001 (laskettu työsuhteittain).

Annosväli (mSv)	Henkilöiden lukumäärät annosvälillä		
	Loviisa	Olkiluoto	Yhdistelmä*
alle 0,5	224	349	514
0,5–1	105	225	299
1–2	119	199	315
2–3	65	104	167
3–4	43	36	94
4–5	24	16	52
5–6	14	10	36
6–7	13	9	23
7–8	10	5	17
8–9	7	1	9
9–10	2	1	3
10–11	6	1	12
11–12	1	2	2
12–13	2	1	6
13–14	–	–	1
14–15	–	–	1
15–16	–	–	–
16–17	–	–	–
17–18	–	–	–
18–19	–	–	–
19–20	–	–	–
20–25	–	–	–
yli 25	–	–	–

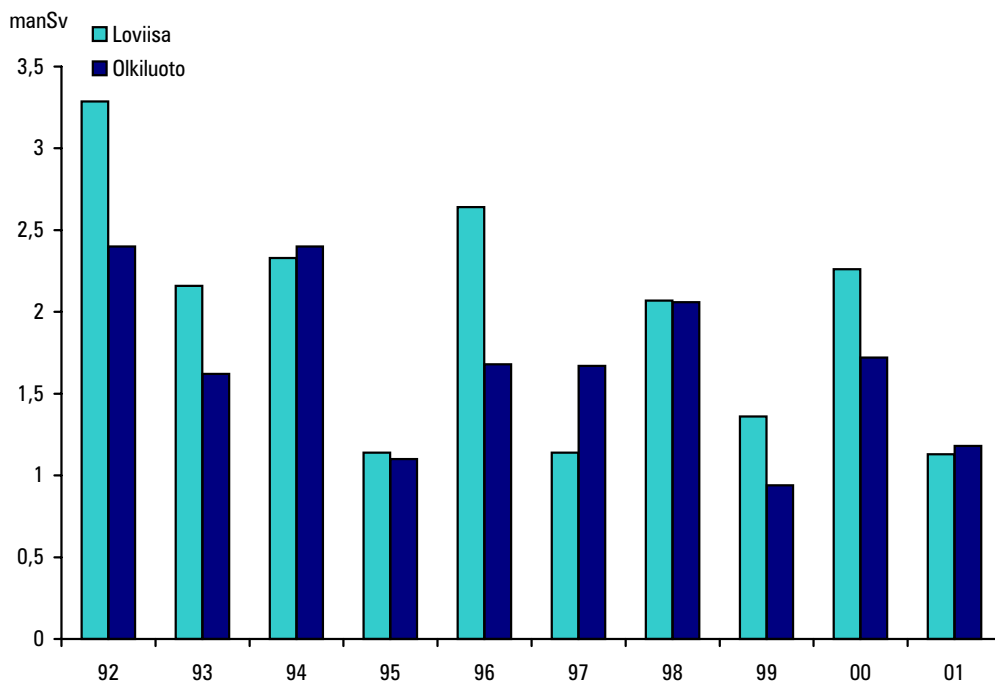
\* Tähän sarakkeeseen sisältyvät myös ne suomalaiset työntekijät, jotka ovat saaneet säteilyannoksia Ruotsin ydinvoimalaitoksilla. Sama henkilö on voinut työskennellä molemmilla Suomen ydinvoimalaitoksilla sekä Ruotsissa.

lyannokset viime vuosilta esitetään kuvassa 15. Vuosittainen kollektiivinen säteilyannos kertyy pääasiassa seisokeissa tehtyjen töiden aikana. Vuosi- ja vuosihuoltoisokkien aikaisia säteilyannoksia selvitetään liitteessä 5. STUKin ohjeen mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo yhdelle laitosyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 2,5 manSv yhden gigawatin nettosähkötehoa kohden. Se merkitsee yhdelle Loviisan laitosyksikölle 1,22 manSv. Loviisa 1:llä tämä kah-

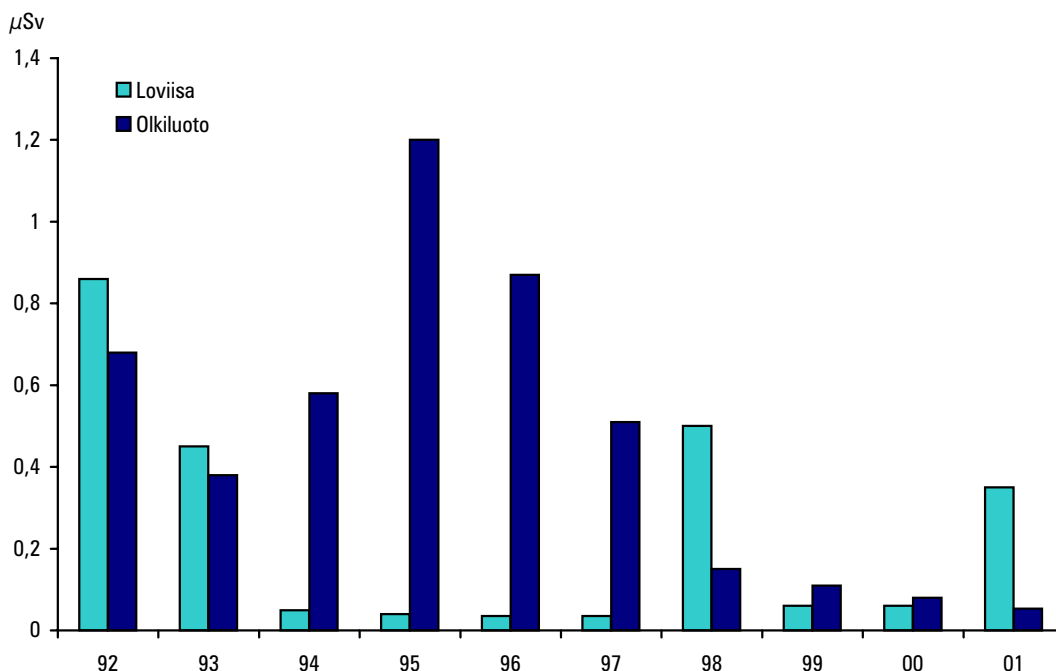
den peräkkäisen vuoden keskiarvona määriteltä ohjearvo ylittyi 0,04 manSv:llä. Tämä johtui suunnitellusta, tavanomaista suuremmasta työmäärästä ja ennakoimattomista töistä sekä pidentyneestä vuosihuollosta vuonna 2000.

Radioaktiivisten aineiden päästöt Loviisan ydinvoimalaitokselta ympäristöön olivat vuonna 2001 huomattavasti alle asetettujen päästörajojen. Radioaktiivisten jalokaasujen päästöt ilmaan olivat noin 0,03 % asetetusta rajasta. Jalokaasu-

päästöissä hallitsevana oli reaktoripaineastian ja biologisen suojan välisessä ilmassa olevan argon 40:n aktivointituote argon 41. Radioaktiiviset jodipäästöt olivat alle havaitsemisrajan. Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö 14 TBq on noin 10 % päästörajasta. Muiden mereen päästettyjen nuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli 1,3 GBq, mikä on noin 0,2 % päästörajasta. Mitatut radioaktiivisten aineiden päästöt esitetään taulukossa III.



**Kuva 15.** Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten työntekijöiden kollektiiviset säteilyannokset.



**Kuva 16.** Altistuneimman väestönosan yksilölle laskemalla arvioidut säteilyannokset Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten ympäristössä.

**Taulukko III.** Mitatut radioaktiivisten aineiden päästöt Loviisan ja Olkiluodon laitoksella.

Päästöt ilmaan (Bq) a)					
Laitospaikka	Jalokaasut (krypton 87 -ekviva- lenteina)	Jodit (jodi 131 -ekviva- lenteina)	Hiukkas- maiset aineet	Tritium	Hiili 14
Loviisa					
Päästö vuonna 2001	$5,0 \cdot 10^{12}$	– b)	$4,1 \cdot 10^7$	$1,9 \cdot 10^{11}$	$3,1 \cdot 10^{11}$
Vuosipäästöraja	$2,2 \cdot 10^{16}$ c)	$2,2 \cdot 10^{11}$ c)			
Päästön osuus päästörajasta	0,03 %				
Olkiluoto					
Päästö vuonna 2001	$5,7 \cdot 10^{10}$	– b)	$3,3 \cdot 10^7$	$3,9 \cdot 10^{11}$	$8,7 \cdot 10^{11}$
Vuosipäästöraja	$1,77 \cdot 10^{16}$	$1,14 \cdot 10^{11}$			
Päästön osuus päästörajasta	0,0004 %				
Päästöt veteen (Bq) a)					
Laitospaikka	Tritium	Muut nuklidit			
Loviisa					
Päästö vuonna 2001	$1,4 \cdot 10^{13}$	$1,3 \cdot 10^9$			
Vuosipäästöraja	$1,5 \cdot 10^{14}$	$8,9 \cdot 10^{11}$ c)			
Päästön osuus päästörajasta	10 %	0,2 %			
Olkiluoto					
Päästö vuonna 2001	$9,0 \cdot 10^{11}$	$8,7 \cdot 10^8$			
Vuosipäästöraja	$1,83 \cdot 10^{13}$	$2,96 \cdot 10^{11}$			
Päästön osuus päästörajasta	5 %	0,3 %			
a) Päästettyjen aineiden aktiivisuus, yksikkö becquerel (Bq): 1 Bq = 1 ydinmuutos sekunnissa.					
b) Jodipäästöt olivat alle havaitsemisrajan, joka merkittävimmälle jodi-isotoopille jodi 131:lle oli noin $1 \cdot 10^6$ Bq/kk Loviisassa ja noin $3 \cdot 10^6$ Bq/kk Olkiluodossa.					
c) Lukuarvo ilmoittaa laitosaluetta koskevan nuklidiryhmäkohtaisen päästörajan olettaen, että muita päästöjä ei tapahtuisi. Kokonaispäästöraja lasketaan siten, että eri ryhmien päästörajaosuuksien summa on enintään 1.					

Päästörajojen tarkoituksena on laitosten käytöstä aiheutuvan ympäristön väestön yksilöiden vuotuisen säteilyaltistuksen rajoittaminen selvästi alle valtioneuvoston päätöksessä (395/1991) määritellyn raja-arvon 100 mikroSv. Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli noin 0,35 mikroSv eli 0,4 %

asetetusta rajasta. Vuotuisia laskennallisia säteilyannoksia esitetään kuvassa 16.

Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyvalvonta käsittää ne laitosalueen ja sen ympäristön säteilyn mittaukset sekä radioaktiivisten aineiden määritykset, jotka tehdään väestön säteilyaltistuksen ja ympäristössä esiintyvien radioaktiivis-

ten aineiden selvittämiseksi.

Loviisan ydinvoimalaitoksen ympäristöstä analysoitiin valvontaohjelman mukaisesti yhteensä 294 näytettä. Loviisan ydinvoimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita havaittiin kolmessa ilmanäytteessä, neljässä laskeumanäytteessä, yhdessä pohjaeläinnäytteessä, kymmenessä vesikasvinäytteessä, yhdeksässä sedimentoituvan aineksen näytteessä ja neljässä merivesinäytteessä. Yleisin voimalaitosperäinen radioaktiivinen aine oli koboltti 60, jota havaittiin kaikissa edellä mainituissa näytelajeissa. Havaintoja oli yhteensä 19. Seuraavaksi yleisimpiä olivat mangaanin ja hopean radioaktiiviset isotoopit (hopea 110m, 10 havaintoa ja mangaani 54, 7 havaintoa). Muutamissa vesiympäristön näytteissä esiintyi lisäksi tritiumia (4 havaintoa) ja koboltin toista radioaktiivista isotooppia (koboltti 58, yksi havainto).

Kaikki edellä mainittujen radioaktiivisten aineiden havaitut pitoisuudet olivat pieniä eikä niillä ollut merkitystä säteilyaltistuksen kannalta.

Ympäristönäytteissä havaitaan edelleen myös Tshernobylin onnettomuudesta ja ydinasekoekiden laskeumasta peräisin olevia radioaktiivisia strontium-, cesium- ja plutonium-isotooppeja (strontium 90, cesium 134 ja 137, plutonium 238, 239 ja 240). Lisäksi näytteissä esiintyy luonnon radioaktiivisia aineita (mm. beryllium 7, kalium 40 sekä uraani ja torium hajoamistuotteineen), joiden pitoisuudet ko. näytteissä ovat yleensä suurempia kuin voimalaitokselta tai laskeumasta peräisin olevien radioaktiivisten aineiden.

Ulkoisen säteilyn mittaamiseksi on ydinvoimalaitosten ympäristöön sijoitettu annosmittareita noin kahteenkymmeneen pisteeseen 1–10 km etäisyydelle laitoksista sekä 25 jatkuvatoimista säteilyannosnopeuden mittausasemaa noin 5 km etäisyydelle laitoksista. Asemien mittaustiedot siirretään sekä voimalaitosten valvomoon että valtakunnan säteilyvalvontaverkkoon. Valvontaa täydennetään annosnopeuden tarkistusmittauksilla sekä spektrometrillä mittauksilla. Loviisan laitoksen ympäristöstä tehtiin 10 tällaista ulkoisen säteilyn tarkistusmittausta.

## 4.3 Olkiluodon voimalaitos

### 4.3.1 Käyttö ja käyttötapaukset

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen molemmat laitosyksiköt toimivat luotettavasti. Olkiluoto 1:n ener-

giakäyttökerroin oli 97,6 % ja Olkiluoto 2:n 95,1 %. Olkiluoto 1:n vuosihuoltoseisokin pituus oli kahdeksan vuorokautta ja Olkiluoto 2:n viisitoista vuorokautta. Vuosihuoltoseisokeissa tehtyjä toimenpiteitä kuvataan liitteessä 5.

Olkiluoto 2:lla tapahtui 21.3.2001 turbiinipuolen käyttöhäiriön seurauksena reaktorin pikasulku. Tapahtumaa selvitetään tarkemmin liitteessä 6. Olkiluodon laitosyksiköillä ei vuosihuoltoseisokkien lisäksi ollut muita tuotantokatkoksia.

Laitteiden vikautumisista aiheutuneet tuotannon menetykset olivat Olkiluoto 1:llä 0,01 % ja Olkiluoto 2:lla 0,5 %.

Kuvassa 9 esitetään laitosyksiköiden keskimääräiset vuorokautiset bruttosähkötehot vuonna 2001. Energiakäyttökerrointen ja reaktorin pikasulkujen lukumäärät viime vuosilta esitetään kuvissa 10 ja 11.

Olkiluodon laitosyksiköillä sattui yksi tapahtuma, joka luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 1. Olkiluodon laitosyksiköillä oli todettu onnettomuustilanteessa reaktoria jäähdyttävän järjestelmän luotettavuuden heikentyminen venttiilitoimilaitteiden hammaspyörävikojen vuoksi. Muilla tapahtumilla ei ollut merkitystä ydin- eikä säteilyturvallisuuden kannalta. Liitteessä 6 kuvataan laitosyksiköiden merkittävimpiä tapahtumia. Suomen laitosyksiköillä INES-luokkaan 1 ja sitä korkeampiin luokkiin luokiteltujen tapahtumien yhteismäärät viime vuosilta esitetään kuvassa 12.

### 4.3.2 Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaiset laitosilanteet

Olkiluodon laitosyksiköillä oli seuraavat kolme tilannetta, joissa laitosyksikkö oli turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisessa tilassa:

- Reaktorin säätösauvojen ulosvedon estävän automatiikan ohittaminen Olkiluoto 2:lla
- Valvomotietojen puuttuminen reaktorin säätösauvojen asemasta Olkiluoto 2:lla
- Reaktorin syöttöveden kahden johtokykymittauksen toimintakunnottomuus Olkiluoto 2:lla

Kuvaukset tapahtumista esitetään liitteessä 6.

Luvanhaltija on suunnitellut tai jo toteuttanut toimenpiteitä tapahtumien toistumisen estämiseksi. Kuvassa 13 esitetään turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisten laitosilanteiden määrät viime vuosilta.

Suunnitellusti turvallisuusteknisistä käyttöeh-



doista poikettiin STUKin myöntämien poikkeuslupien turvin. STUK antoi vuonna 2001 kuusi tällaista poikkeuslupaa Olkiluodon laitossyksiköille. Poikkeuslupien vuosittaisia määriä esitetään kuvassa 14.

#### 4.3.3 Tapahtumien tutkinta

Teollisuuden Voima Oy selvitti, voitaisiinko turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisten laitostilanteiden lukumäärää vähentää STUKin vuonna 2000 valmistuneessa tutkintaraportissa suositeltujen toimenpiteiden avulla. Tutkintaa on kuvattu vuosiraportissa STUK-B-YTO 206 ja tutkintaan johtaneet turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaiset laitostilanteet on kuvattu vuosiraportissa STUK-B-YTO 200.

Teollisuuden Voima Oy arvioi suositusten kohteena olevat menettelynsä riittäviksi. STUKin havaintojen mukaan olemassa olevat menettelyt eivät ole kuitenkaan riittäviä, koska niillä ei kyetty estämään turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisten laitostilanteiden syntyä ja niiden lukumäärä on pysynyt Olkiluodon voimalaitoksella ennallaan. Tämän vuoksi asian käsittely jatkuu luvanhaltijan kanssa. STUK on pyytänyt edelleen selvitystä siitä, miten luvanhaltija kehittää menettelytapojaan muutostilanteiden hallitsemiseksi, rutinoitumisen vähentämiseksi työssä ja tiedonkulun parantamiseksi organisaatiossaan.

#### 4.3.4 Turvallisuuden parantaminen

Olkiluodon voimalaitoksella turvallisuuden parantamiseen liittyvät muutostyöt perustuivat YVL-ohjeissa asetettuihin vaatimuksiin ja laitosyksiköiden käyttökokemuksiin.

Vakaviin onnettomuuksiin varautumiseen liittyviä muutostöitä jatkettiin molemmilla laitosyksiköillä. Merkittävin muutos oli Olkiluoto 1:n suojarakennuksen henkilösulun vahvistaminen. Muutoksella parannetaan suojarakennuksen kestävyttä vakavien onnettomuuksien yhteydessä mahdollisesti esiintyviä paineiskuja vastaan. Lisäksi laitosyksiköille asennettiin lipeäsäiliöt, joista voidaan johtaa lipeää suojarakennukseen veden pH:n säätämiseksi. Tällä voidaan mahdollisimman tehokkaasti estää polttoaineesta onnettomuuksien aikana vapautuvaa jodia pääsemästä ympäristöön.

Lisäksi laitosyksiköillä tehtiin eräitä käyttökokeisiin perustuvia laitosmuutoksia. Tällaisia

olivat säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitustajärjestelmän sekä mittaustietokoneen uudistaminen ja pyörivien muuttajien korvaaminen UPS-laitteistolla. Lisäksi uudistettiin paloilmoitinjärjestelmä.

Turvallisuutta parantavia hankkeita kuvataan liitteessä 7.

#### 4.3.5 Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit

Olkiluodon laitosyksiköiden tason 1 turvallisuusanalyysin (PSA) päivitys tarkastettiin. Tason 1 PSA:lla arvioidaan laitoksen reaktorisydämen vaurioitumisen todennäköisyyttä.

Olkiluodon laitosyksiköiden tason 1 PSA:n sydänvauriotaajuusarvio on noin  $2,0 \cdot 10^{-5}$ /vuosi. Mikään yksittäinen alkutapahtuma ei dominoi kokonaistulosta, joskin maanjäristysalkutapahtumien osuus on suhteellisen suuri, 25 %. Maanjäristystapahtumien mallintamiseen liittyy kuitenkin jonkin verran konservatiivisuuksia, joiden vaikutusten arvioiminen ei tämän tarkastuksen yhteydessä ollut mahdollista. Toinen merkittävä piirre Olkiluodon PSA:ssa on vuosihuoltoseisokkien pieni osuus sydänvauriotaajuudesta, noin 2 %. Osaltaan seisokkiriskien pieni osuus selittyy sillä, että niiden pienentämiseksi on tehty mm. ohjeisto- ja menettelytapamuutoksia ja lisäksi riskejä on pyritty pienentämään vuosihuoltotöiden hyvällä suunnittelulla.

Olkiluodon laitosyksiköiden riskiä voidaan tehokkaimmin pienentää kehittämällä niitä manuaalisia toimenpiteitä, joita käytetään kytkettäessä laitosyksiköiden varavaimadieselin välinen sähkönsyöttö tai käynnistettäessä korkeapaineisia vesilähteitä tietyissä transienttitilanteissa tai tehtäessä reaktorin pinnanmittauksen kalibrointeja.

PSA:n päivityksen tarkastuksessa ei tullut esiin epäkohtia, jotka oleellisesti muuttaisivat analyysin tuloksia tai niistä tehtyjä johtopäätöksiä.

Olkiluodon laitosyksiköiden tason 2 PSA:n tarkastus valmistui. Tason 2 PSA:lla arvioidaan reaktorisuojarakennuksesta onnettomuuden seurauksena ympäristöön pääsevien radioaktiivisten aineiden määrää ja päästön todennäköisyyttä. PSA:n mukaan päästön taajuus on noin  $5,5 \cdot 10^{-6}$ /vuosi (sisäiset ja ulkoiset alkutapahtumat huomioitu).

Olkiluodon tason 2 PSA:n tarkastuksessa ei

havaittu merkittäviä puutteita. Uusimmassa tason 2 PSA-päivityksessä pienet päästöt on mallinnettu aikaisempaa tarkemmin, jolloin mallia voidaan paremmin käyttää eri skenaarioiden vertailuun ja riskitarkasteluihin.

#### 4.3.6 Säteilyturvallisuus

Kaikkien Olkiluodon ydinvoimalaitoksella työkennelleiden henkilöiden säteilyannokset vuonna 2001 alittivat vuosiansosrajan 50 mSv. Henkilökohtaisten säteilyannosten jakaumat vuonna 2001 esitetään taulukossa II. Olkiluodon ydinvoimalaitoksella saatu suurin henkilökohtainen säteilyannos oli 12,7 mSv. Annos kertyi pääosin työskentelystä sekä Olkiluoto 1:n että Olkiluoto 2:n vuosihuolloissa. Yksittäisten henkilöiden säteilyannokset eivät myöskään ylittäneet viiden vuoden ajanjaksolle määritettyä 100 mSv annosrajaa vuosina 1997–2001.

STUKin ohjeen mukainen kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo Olkiluodon yhdelle laitosyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 2,10 manSv. Raja-arvo ei ylittynyt kummallakaan laitosyksiköllä. Vuonna 2001 työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos Olkiluoto 1:llä oli 0,367 manSv ja Olkiluoto 2:lla 0,816 manSv eli molemmilla laitosyksiköillä yhteensä 1,18 manSv. Loviisan ja Olkiluodon voimalaitosten kollektiiviset säteilyannokset viime vuosilta esitetään kuvassa 15. Vuosihuoltoseisokkien aikana saatuja annoksia selvitetään erikseen liitteessä 5.

Radioaktiivisten aineiden päästöt Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöön olivat vuonna 2001 huomattavasti alle asetettujen päästörajojen. Ilmaan tapahtuneet jalokaasupäästöt olivat noin 0,0004 % asetetusta rajasta. Radioaktiiviset jodipäästöt olivat alle havaitsemisrajan. Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö 0,9 TBq on noin 5 % vuosipäästörajasta. Muiden mereen päästettyjen nuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli 0,9 GBq, mikä on noin 0,3 % laitospaikkakohtaisesta päästörajasta. Mitatut radioaktiivisten aineiden päästöt esitetään taulukossa III.

Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli noin 0,05 mikroSv eli 0,06 % valtioneuvoston päätöksessä asetetusta rajasta (100 mikroSv). Vuotuisia laskennallisia säteilyannoksia esitetään kuvassa 16.

Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyvalvon-

ta käsittää ne laitosalueen ja sen ympäristön säteilyn mittaukset sekä radioaktiivisten aineiden määitykset, jotka tehdään väestön säteilyaltistuksen ja ympäristössä esiintyvien radioaktiivisten aineiden selvittämiseksi.

Valvontaohjelman mukaisesti Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöstä analysoitiin 300 näytettä. Olkiluodon ydinvoimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita havaittiin kahdessa ilmanäytteessä, yhdessä laskeumanäytteessä, yhdessä sadevesinäytteessä, kahdessa pohjaeläinnäytteessä, 16 vesikasvinäytteessä ja 16 sedimentoituvan aineksen näytteessä sekä yhdessä maaperänäytteessä. Yleisin voimalaitosperäinen radioaktiivinen aine oli koboltti 60, jota havaittiin kaikissa edellä mainituissa näytelajeissa. Havaintoja oli yhteensä 38. Kobolttin lisäksi neljässä vesikasvinäytteessä esiintyi mangaanin radioaktiivisia isotooppia (mangaani 54). Lisäksi yhdessä sadevesinäytteessä oli kohonnut tritiumpitoisuus.

Kaikki edellä mainittujen radioaktiivisten aineiden havaitut pitoisuudet olivat pieniä eikä niillä ollut merkitystä säteilyaltistuksen kannalta.

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöstä tehtiin lisäksi 14 ulkoisen säteilyn tarkistusmittausta.

#### 4.4 Suunnitteilla oleva ydinvoimalaitoshanke

Teollisuuden Voima Oy jätti valtioneuvostolle 15.11.2000 periaatepäätöshakemuksen uuden ydinvoimalaitoksen rakentamiseksi. Hakemuksen kohteena on kevytvesireaktorilla varustettu ydinvoimalaitosyksikkö, jonka nettosähköteho olisi suuruusluokkaa 1000–1600 MW ja joka rakennettaisiin jommalle kummalle nykyisistä ydinvoimalaitospaikoista. Sen lisäksi hakemuksen kohteena ovat muut ydinvoimalaitosyksikön toimintaan liittyvät, samalla laitospaikalla sijaitsevat ydinlaitokset tuoreen ydinpolttoaineen varastointiin, käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointiin ja vähä- ja keskiaktiivisten voimalaitosjätteiden käsittelyyn, varastointiin ja loppusijoittamiseen. Hakemuksessaan Teollisuuden Voima Oy esittelee seitsemän saatavilla olevaa kevytvesireaktorityyppiä.

STUK luovutti 8.2.2001 valtioneuvostolle alustavan turvallisuusarvion uuden ydinvoimalaitosyksikön mahdollisuuksista täyttää Suomessa voimassa olevat ydinturvallisuutta koskevat vaatimukset. Arvio perustuu ydinenergialakiin ja laadittiin

kauppa- ja teollisuusministeriön pyynnöstä.

STUKin alustavassa turvallisuusarviossa ei tullut esiin seikkoja, jotka osoittaisivat, ettei ole edellytyksiä saada periaatepäätöshakemuksessa esiteltyjä laitosvaihtoehtoja täyttämään suomalaiset turvallisuusmääräykset. Yksikään esitelty vaihtoehto ei kuitenkaan sellaisenaan täytä kaikkia edellytyksiä. Tarvittavien muutosten luonne ja laajuus vaihtelee laitostyypeittäin huomattavasti.

STUKin arvion mukaan turvallisuuden kannalta ei ole esteitä rakentaa uutta laitoksikköä kummalle tahansa nykyisistä laitospaikoista. Uuden laitoksen käytöstä aiheutuvat radioaktiivisuuspäästöt yhdessä laitospaikan entisten laitosten kanssa jäisivät selvästi pienemmiksi kuin päästöille asetetut, koko laitospaikkaa koskevat rajat. Ympäristövaikutusten arviointiselvityksistä annetuissa lausunnoissa esitetyt näkökohdat on kuitenkin otettava huomioon voimalaitoksen jäähdytysveden riittävän saannin varmistamiseksi.

STUKin käsityksen mukaan Teollisuuden Voima Oy:n on syytä jo rakentamisvaiheessa kehittää organisaatiotaan, toimintatapojaan sekä omaa teknistä ja turvallisuuteen vaikuttavien järjestelmien suunnitteluasiantuntemustaan varmistaakseen laitoksen käytön turvallisuuden tilanteessa, jossa markkinoilta ei saa kokonaisvaltaista turvallisuussuunnittelupalvelua.

Uuden ydinvoimalaitosyksikön käytöstä syntyvien vähä- ja keskiaktiivisten jätteiden käsittelylle turvallisesti ei ole ilmennyt esteitä nykyisillä laitospaikoilla. Vähä- ja keskiaktiivisten jätteiden loppusijoitukseen käytettävien tilojen laajentaminen on mahdollista tehdä siten, että se ei vaaranna loppusijoituksen turvallisuutta.

Uuden ydinvoimalaitosyksikön tuottaman käytetyn polttoaineen osalta Teollisuuden Voima Oy:llä on tarkoituksena menetellä samoin kuin nykyistenkin laitosten osalta tehdään, eli sijoittaa käytetty polttoaine pysyvästi kallioperään siten, että radioaktiivisten aineiden leviäminen loppusijoituspaikasta takaisin elokehään on luotettavasti estetty riittävän pitkäksi ajaksi. STUK on tarkastellut käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitosta Posiva Oy:n periaatepäätöshakemusta koskevassa alustavassa turvallisuusarviossaan 11.1.2000.

Hakemuksessaan Teollisuuden Voima Oy toteaa, että lopullinen valinta voi kohdistua muuhunkin kevytvesireaktoriin kuin hakemuksessa on esitelty. STUK on seurannut ydinvoimatekniikan

kehittymistä, mutta muiden kevytvesireaktori-tyyppien mahdollisuuksia täyttää suomalaiset turvallisuusmääräykset on arvioitava erikseen, mikäli sellainen valinta tulee ajankohtaiseksi.

Helmikuun aikana kauppa- ja teollisuusministeriö järjesti laitoksen mahdollisilla sijoituspaikoilla julkiset kuulemistilaisuudet, joissa STUK esitteli alustavan turvallisuusarvion.

Syyskuun 11. päivänä Yhdysvalloissa tapahtuneiden terrori-iskujen jälkeen STUK käynnisti selvitystyön, jossa arvioitiin ydinvoimalaitosten turvallisuutta vastaavantapaisten terroritekojen suhteen. Alustavan turvallisuusarvion täydennys, jossa täsmennettiin uuden laitoksen turvallisuusvaatimuksia lentokonetörmäysten ja muiden vastaavien ulkoisten uhkien osalta, toimitettiin kauppa- ja teollisuusministeriölle tammikuussa 2002.

Alustava turvallisuusarvio ja sen täydennys ovat STUKin [www-sivuilla](http://www.stuk.fi/ydinvoimalaitokset/ydinvoimalaitosluvat.html) osoitteessa <http://www.stuk.fi/ydinvoimalaitokset/ydinvoimalaitosluvat.html>.

## 4.5 Muut ydinlaitokset

### FiR 1 -tutkimusreaktori

Sähköä tuottavien ydinvoimalaitosten lisäksi STUK valvoi Espoon Otaniemessä sijaitsevaa Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) FiR 1 -tutkimusreaktoria, jonka lämpöteho on 250 kW. Reaktoria käytetään radioaktiivisten merkkiaineiden tuottamiseen, aktivointianalyysiin, opiskelijoiden harjoitustöihin sekä boorineutronikaappaukseen perustuvaan aivokasvainten hoitoon (BNCT, Boron Neutron Capture Therapy) ja sen tutkimiseen.

STUK teki helmikuussa reaktorin käyttöä, valmiusjärjestelyjä, koulutusta, säteilysuojelua ja -mittauksia, radioaktiivisten aineiden päästöjä sekä jätteiden varastointia ja kirjanpitoa koskevat määräaikaistarkastukset ja joulukuussa palontorjuntaa koskevan määräaikaistarkastuksen. Tarkastuksissa ei todettu turvallisuusongelmia.

FiR 1 -reaktorin BNCT-säteilytysaseman suoritusarvot ovat hyvät. Hoitoon tarvittavan säteilytysajan lyhentämiseksi reaktorin käyttöorganisaatio on lisäksi tehnyt TEKESin rahoitukseen perustuen selvityksiä tehonkorotuskokeesta. STUK on käsitellyt eräitä siihen liittyviä turvallisuuskysymyksiä. VTT ilmoitti kuitenkin, ettei se toteuta kyseistä hanketta vuonna 2001.

Tutkimusreaktorin käyttöpäällikkö havaitsi 30.1.2001, että reaktorin kolmen esimiehen ja kahden ohjaajan lupakirjat, jotka STUK myöntää, olivat vanhentuneet 31.12.2000. Tammikuussa reaktoria oli käytetty seitsemän kertaa. Kaikkina kertoina reaktorin esimiehinä olivat vuorotelleet kolme esimiestä, joiden lupakirjat olivat vanhentuneet. Reaktorin ohjaajina olivat toimineet henkilöt, joiden lupakirjat olivat voimassa. VTT järjesti 6.2.2001 esimiesten ja ohjaajien hyväksymistä varten kirjallisen kuulustelun, johon myös edellä mainitut esimiehet osallistuivat. STUK hyväksyi VTT:n esityksestä kyseiset kolme henkilöä toimimaan edelleen tutkimusreaktorin esimiehen

tehtävissä. Tapahtumalla ei ollut turvallisuusmerkitystä, sillä reaktorin esimiehet, joiden STUKin antamat hyväksymiset olivat vanhentuneet, olivat kokeneita työntekijöitä. Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Tutkimusreaktorin työntekijöiden saamat säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön vuonna 2001 alittivat selvästi asetetut rajat.

### **Ydinjätehuollon laitokset**

Ydinjätehuoltoon liittyvien ydinlaitosten kuten varastointitilojen valvontaa käsitellään luvussa 5.

## 5 Ydinjätehuollon valvonta

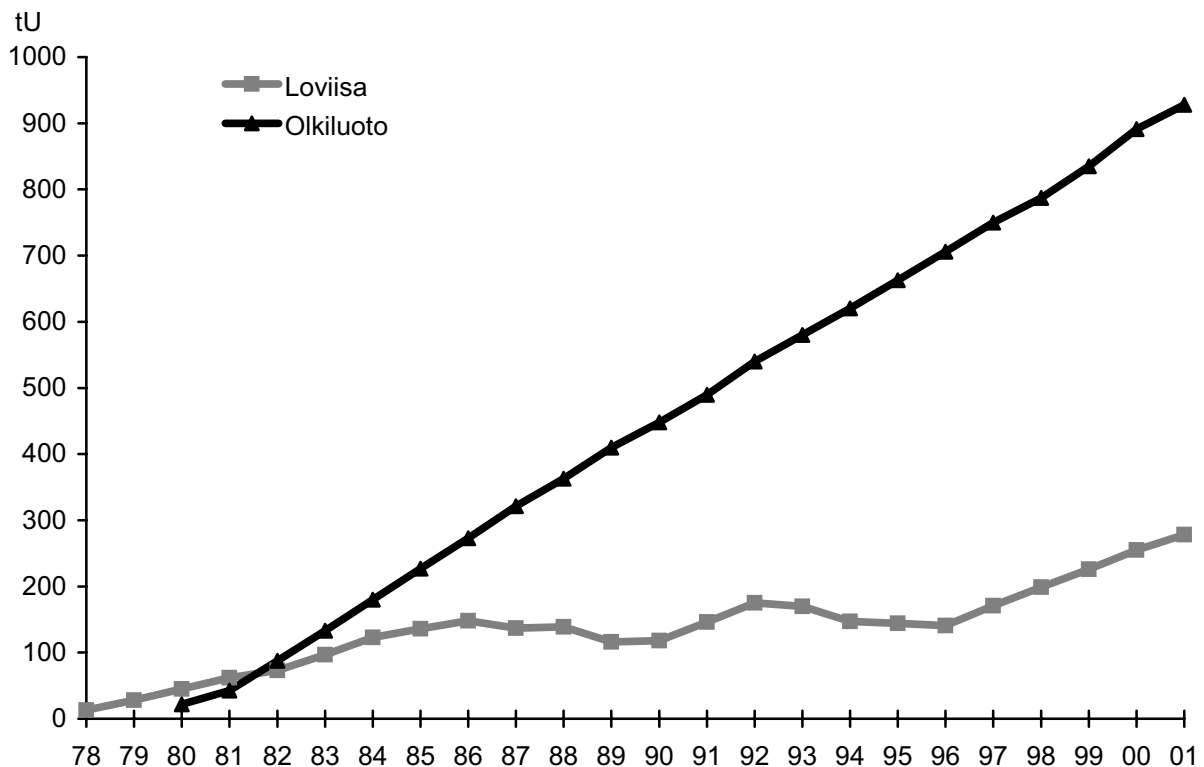
### 5.1 Käytetty ydinpolttoaine

STUK valvoi käytetyn ydinpolttoaineen varastointia säännönmukaisin tarkastuksin sekä tarkastamalla varastointilaitteita koskevia suunnitelmia ja töitä. Varastoinnissa ei sattunut turvallisuutta vaarantavia tapahtumia. Laitospaikoille varastoidun käytetyn polttoaineen määrät eri vuosina ilmenevät kuvasta 17.

Teollisuuden Voima Oy:n ja Fortum Power and Heat Oy:n omistama yhtiö Posiva Oy tekee käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen liittyvää tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyötä ja varautuu loppusijoituksen myöhempään toteutukseen. Yhtiö jätti toukokuussa 1999 periaatepäätöshakemuksen loppusijoituslaitoksen rakentamisesta Olkiluotoon. Valtioneuvosto teki vuoden 2000 joulukuussa periaatepäätöksen ja eduskunta vahvisti sen toukokuussa 2001.

Loppusijoitushankkeen seuraavia päätavoitteita ovat valmiuksien hankkiminen laitoksen rakentamisen aloittamiseen 2010-luvun alussa ja käytön aloittamiseen 2020-luvun alussa. Seuraavien 10 vuoden aikana Posiva aikoo toteuttaa laajan tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyöohjelman, jonka tarkoituksena on varmistaa valitun loppusijoituspaikan soveltuvuus ja hankkia loppusijoituksen turvallisuudesta varmistautumiseen tarvittava tutkimustieto. Tähän tutkimusohjelmaan kuuluu mm. maanalaisen tutkimustilan rakentaminen Olkiluotoon.

STUK teki asiantuntija-arvion tästä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskevasta toiminta-ohjelmasta, jonka Posiva Oy oli julkaissut vuoden 2001 alussa. Ohjelmaa koskeva lausunto toimitettiin kauppa- ja teollisuusministeriölle syyskuussa. STUK käytti arvion valmistelussa



**Kuva 17.** Laitospaikoilla varastoidun käytetyn ydinpolttoaineen määrä vuoden lopussa.

oman asiantuntemuksensa lisäksi kuutta ulkomaista asiantuntijaa. Lisäksi STUKin yhteydessä toimiva ydinturvallisuusneuvottelukunta esitti asiasta lausuntonsa STUKille.

STUK arvioi Posiva Oy:n aikataulun rakentamislupavalmiuden hankkimiseksi liian tiukaksi. Jo tutkimusten ensimmäinen vaihe, jonka päätaavoitteena on kallioperän nykytilan kartoituksen loppuunsaattaminen ennen siirtymistä maanalaisen tutkimustilan rakentamiseen, kestää STUKin arvion mukaan ainakin vuoden suunniteltua kauemmin. Myös maanalaisessa tutkimustilassa tehtäviin kokeisiin sekä kapselointi- ja loppusijoitustekniikan kehittämiseen saattaa kuluja ennakoitua pitempi aika. STUKin arvion mukaan loppusijoitushankkeen päätavoite, valmiuden hankkiminen loppusijoituksen aloittamiseen 2020-luvun alussa on silti realistinen.

Posiva Oy:n laatiman geologisen tutkimusohjelman päätavoitteena on varmistaa Olkiluodon kallioperän soveltuvuus loppusijoitukseen. STUKin arvioi tämän ohjelman lähtökohdiltaan järkeväksi, mutta esitti samalla Posiva Oy:n harkittavaksi useita mahdollisia lisätutkimuskohteita, erityisesti Olkiluodon kallioperälle spesifisistä kysymyksistä.

Vaikka loppusijoituksen perusratkaisu on määritelty valtioneuvoston periaatepäätöksessä, kapselointi- ja loppusijoitustekniikan erilaiset muunnelmat ovat vielä harkinnan alaisina. STUKin mielestä näitä vaihtoehtoja on syytä vertailla perusteellisesti ja monipuolisesti ennen lopullisen teknisen ratkaisun valitsemista.

Posiva Oy kehittää myös turvallisuusanalyysimenetelmiä ja tekee turvallisuustutkimuksia tavoitteena loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen liitteeksi tarvittavan alustavan turvallisuusanalyysin laatiminen. STUK ehdotti eräitä lisäkehityskohteita ja esitti, että Posiva Oy:n tulisi julkaista vuonna 2005 perusteellinen edistymisraportti turvallisuusanalyysiä koskevista kehityshankkeistaan.

Maanalaista tutkimustilaa, jota aletaan rakentaa Olkiluotoon muutaman vuoden päästä, saatetaan käyttää myöhemmin varsinaisen loppusijoituslaitoksen osana, mikä on otettava huomioon tutkimustilan toteutuksen viranomaisvalvonnassa. STUK toimitti lokakuussa 2001 Posiva Oy:lle kirjeen, joka käsittelee tutkimustilan viranomaisvalvonnan tavoitteita, menettelyjä ja kohdentamista. Lähtökohdana siinä on, että STUK voi muo-

dostaa oikea-aikaisesti käsityksensä turvallisuuden kannalta olennaisesti kysymyksistä ja välittää sen suoraan Posivalle.

Kertomusvuonna Posiva Oy jatkoi Olkiluodossa kallioperätutkimuksia, jotka tähtäävät alueen perustilan selvittämiseen ja tukevat maanalaisen tutkimustilan suunnittelua. STUK on perustanut näiden tutkimusten valvontaa varten neljä seurantaryhmää, joihin kuuluu myös STUKin ulkopuolisia suomalaisia ja ulkomaisia asiantuntijoita.

Kesäkuussa 2001 Posiva Oy laajensi yhteistyösopimustaan Ruotsin ydinjäteyhtiön SKB:n kanssa niin, että vastaisuudessa se kattaa myös käytetyn ydinpolttoaineen kapselointiin liittyvän tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyön. Tämän ansiosta Posiva sai käyttöönsä SKB:n tähänastinen tietämyksen kapseloinnista ja mahdollisuuden osallistua Oskarshamnin kapselointilaboratoriossa Ruotsissa tehtäviin suurimittaisiin koeohjelmiin.

## 5.2 Voimalaitosjätteet

Fortum Power and Heat Oy:llä on tarkoitus aloittaa vuonna 2002 kiinteytyslaitoksen rakentaminen Loviisan voimalaitoksen alueelle, sillä voimalaitoksen nestemäisten jätteiden varastot ovat täyttymässä lähivuosina. Kiinteytyslaitoksessa on tarkoitus käsitellä voimalaitoksen käytöstä syntyvät nestemäiset jätteet, kuten ioninvaihtohartsit ja haihdutusjätteet. Myös laitosyksiköiden käytöstäpoiston yhteydessä kertyvät kiinteytettävät jätteet käsitellään tässä laitoksessa. Jätteet ovat keski- ja matala-aktiivisia ja ne kiinteytetään sementin avulla.

Kiinteytyslaitos on periaatteessa ydinenergiain tarkoittama ydinlaitos, mutta se ei tarvitse erillistä rakentamislupaa, sillä voimalaitoksen käyttöluvassa STUK on valtuutettu hyväksymään sen rakentaminen ydinenergiain 112 §:n tarkoittamana laitosmuutoksena.

Fortum Power and Heat Oy toimitti kiinteytyslaitoksen alustavan turvallisuusselosteen vuoden 2000 alussa STUKille tarkastettavaksi. STUKin tarkastuksen tärkeimpiä kohteita olivat varsinaisen kiinteytysprosessi, jätepakkausten siirtojärjestelmä, työntekijöiden säteilysuojelu sekä kiinteytystuotteiden ominaisuuksien määrittely. Tarkastuksen perusteella STUK teki kiinteytyslaitoksesta turvallisuusarvionsa ja hyväksyi laitoksen turvallisuusselosteen maaliskuussa 2001.

STUKin turvallisuusarviossa todetaan, että kiinteytyslaitos on ympäristön kannalta varsin



turvallinen. Jätteitä käsitellään pieniä eriä kerrallaan eikä niissä ole vaarallisia määriä kaasumaisia tai helposti haihtuvia radioaktiivisia aineita. Prosesseissa ei tarvita korkeita paineita tai lämpötiloja eikä laitoksella ole merkittäviä palokuormia. Vastaavia laitoksia on rakennettu paljon ja kokemukset niiden toiminnasta ovat hyviä. Tarkastuksen perusteella annetut tekniset huomautukset eivät ole esteenä laitoksen rakentamisen aloittamiselle.

Voimalaitosjätteiden käsittelyä ja varastointia koskevilla tarkastuksilla STUK esitti huomautuksia, jotka koskivat mm. jätteiden kirjanpitojärjestelmää. Voimalaitosjätteiden loppusijoitusta koskevan tarkastuksen merkittävin havainto oli, että vuotovesien pumpaaminen Loviisan voimalaitoksen loppusijoituslaitoksesta oli keskeytynyt noin viikoksi kaikkien pumppujen rikkoonnuttua. Sen seurauksena useita satoja kuutiometrejä vettä virtasi ylivuotokanavia pitkin vielä keskeneräiseen kiinteytetyn jätteen halliin, josta se myöhemmin pumpattiin pois.

Ydinvoimalaitoksilta vapautettiin valvonnasta alunperin ydinjätteeksi luokiteltua, mutta myöhemmin radioaktiivisista aineista käytännöllisesti katsoen vapaaksi todettua metalliromua, huoltojätettä ja jäteöljyä STUKin myöntämien lupien nojalla. Myönnetty luvat luetellaan liitteessä 3.

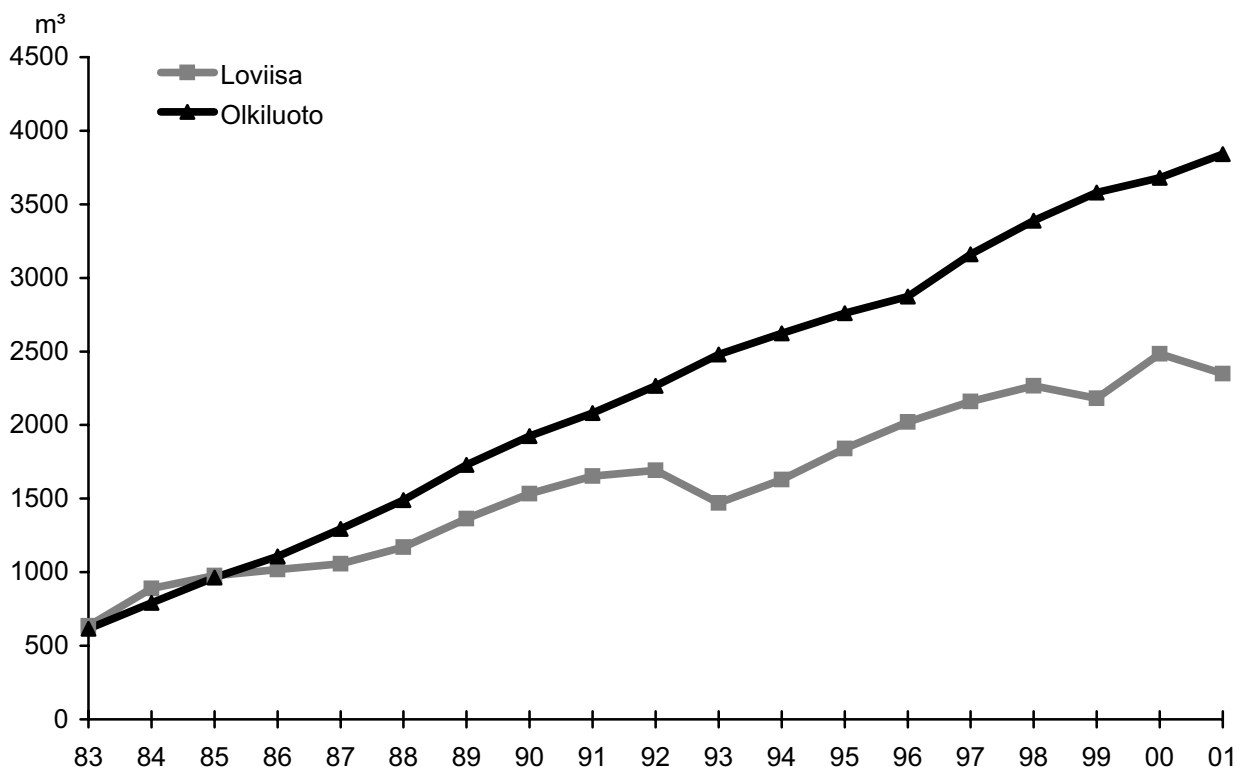
Voimalaitosjätteiden käsittelyssä, varastoinnis-

sa ja loppusijoituksessa ei ilmennyt turvallisuusongelmia. Jättemäärät eri vuosina ilmenevät kuvasta 18.

### 5.3 Muu valvonta

STUK antoi kauppa- ja teollisuusministeriölle ydinenergia-asetuksen 78 §:ssä tarkoitetun lausunnon voimayhtiöiden ydinjätehuollon toimenpiteistä ja suunnitelmista sekä ydinenergia-asetuksen 90 §:ssä tarkoitetun lausunnon varautumisesta ydinjätehuollon kustannuksiin. Näissä säännönmukaisissa lausunnoissa arvioidaan, miten voimayhtiöt ovat edenneet ydinjätehuollon valmistelutöissä valtiovalan asettamien tavoitteiden mukaisesti. Samalla arvioidaan ydinjätehuollon tuleviin kustannuksiin varautumista.

Vuosina 1992–1995 Bonvesta Oy suoritti Paukajavaaran entisellä uraanikaivoslaueella saneraustoimenpiteitä, joita STUK valvoi. Toimenpiteiden loppuunsaattamisen jälkeen oli noin viiden vuoden mittainen seurantajakso. Tekemiensä tarkastusten ja mittausten perusteella STUK totesi kaivosjätteiden eristämisen onnistuneen hyväksyttävästi eikä alueella voitu havaita ympäristöstä poikkeavia, haudatuista jätteistä peräisin olevia radioaktiivisten aineiden pitoisuuksia. STUK antoi Bonvesta Oy:lle ydinenergia-asetuksen 84 §:n mukaisen todistuksen loppusijoituksen hyväksyttävästä suorittamisesta.



Kuva 18. Voimalaitosjätteen määrä vuoden lopussa.

## 6 Ydinmateriaalivalvonta

### 6.1 Ydinmateriaalivalvonta Suomen ydinlaitoksilla

STUKin ydinmateriaalivalvonta kohdistui ydinvoimalaitosten osalta ydinpolttoaineen maahan- tuonteihin, varastointiin, sisäisiin siirtoihin ja vaihtolatauksiin. Luvanhaltijat toimittivat STUKille ydinmateriaalivalvontaan liittyen vaatimusten mukaiset vuosisuunnitelmat, ennakoilmoitukset ja raportit.

Loviisan voimalaitokselle tehtiin vuonna 2001 yhteensä 10 tarkastusta ja Olkiluodon voimalaitokselle yhteensä 16 tarkastusta. Euratomin ydinmateriaalitoimisto ESO (Euratom Safeguards Office) oli mukana 19 tarkastuksessa ja Kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA 19 tarkastuksessa. ESO käytti niihin 30 henkilötyöpäivää ja ja IAEA 22 henkilötyöpäivää. Loviisan ydinvoimalaitoksen molemmat reaktoriyksiköt, tuoreen polttoaineen varasto ja kaksi käytetyn polttoaineen varastoa ovat ydinmateriaalikirjanpidollisesti yksi kokonaisuus eli materiaalitasealue. Olkiluodon voimalaitoksella on kolme materiaalitasealuetta: Olkiluoto 1, Olkiluoto 2 sekä käytetyn polttoaineen varasto.

STUK verifioi ainetta rikkomattomin mittauksin Olkiluodon voimalaitoksella 53 käytettyä polttoainennippua. Loviisan voimalaitoksella verifioitiin 96 käytettyä polttoainennippua. Eri verifiointimenetelmien avulla varmennetaan, että käyttäjien ilmoittamat ydinaineita koskevat tiedot, esimerkiksi palama ja jäähdytysaika, ovat oikeita ja täydellisiä. Mittauksin voidaan varmentaa myös muita ydinturvallisuuteen liittyviä asioita alkaen käyttöturvallisuudesta jatkuen aina loppusijoitukseen.

Pieniä määriä ydinaineita on ydinvoimalaitosten lisäksi myös muilla laitoksilla. Näistä merkittävin on Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen FiR 1 -tutkimusreaktori. Lisäksi muun muassa Helsingin yliopiston kemian laitoksen radiokemi-

an laboratoriolla sekä STUKilla on hallussaan pieniä määriä ydinaineita. Vuonna 2001 FiR 1 -reaktorille tehtiin kaksi tarkastusta.

Kansainvälistä valvontaa toteuttavat IAEA ja ESO. IAEA:n valvonta perustuu ydinsulkusopimukseen ja sen perusteella solmittuun EU:n ydinaseettomien maiden, Euroopan atomienergiayhteisön ja IAEA:n väliseen valvontasopimukseen (INFCIRC/193). ESO:n suorittama valvonta perustuu EU:n atomienergiayhteisön perustamissopimukseen ja sen nojalla annettuun komission asetukseen (Regulation 3227/76). STUK osallistui kaikkiin kansainvälisten järjestöjen suorittamiin tarkastuksiin.

ESO ja IAEA ovat sopineet tarkastusyhteistyöstä (New Partnership Approach, NPA). Käytännössä ESO ja IAEA tekevät tarkastukset yhteistyössä kaikilla materiaalitasealueilla. ESO hoitaa määräraikaistarkastukset Olkiluoto 1:llä ja 2:lla, mutta samassa yhteydessä tehtäviin KPA-varaston tarkastuksiin osallistuvat sekä ESO että IAEA.

Kaikki materiaalitasealueet toimivat STUKin hyväksymien käsikirjojen mukaisesti ja siten, että STUKilla oli omalta osaltaan mahdollista toteuttaa Suomen solmimien kansainvälisten ydinalan sopimusten velvoitteet. Vuonna 2001 ESO ja IAEA toimittivat STUKille 18 yhteisraporttia, jotka koostuivat ESO:n tarkastusraporteista ja IAEA:n selonteista. Raporttien ja selontekojen mukaan kansalliset velvoitteet oli täytetty valvontasopimuksen ja EU-määräysten edellyttämällä tavalla.

Noin kymmenen vuotta sitten, Irakin ydinaseohjelman paljastuttua, IAEA aloitti kattavan ohjelman ydinmateriaalien valvontajärjestelmän vahvistamiseksi. Tämä ydinmateriaalivalvonnan kokonaisuudistus perustuu valvontasopimuksen lisäpöytäkirjan mukaisen valvonnan aloittamiseen sekä ”vanhan” (valvontasopimuksen mukaisen valvonnan) ja ”uuden” (lisäpöytäkirjan mukai-



sen valvonnan) yhteensovittamiseen. Suomi ratifioi lisäpöytäkirjan 30.6.2000. Lisäpöytäkirja tulee kuitenkin voimaan yhtä aikaa kaikissa Euroopan Unionin ydinaseettomissa jäsenmaissa. Mm. Italia ja Belgia eivät olleet vielä vuoden 2001 aikana ratifioineet lisäpöytäkirjaa. Lisäpöytäkirjan mukaisen valvonnan toteuttamista on testattu VTT Kemiantekniikassa Suomen, ESO:n ja IAEA:n välisessä kenttätestissä. Kenttätestin tärkeimpänä tuloksena on lisäpöytäkirjan tarkoittamien tietojen toimittamista koskevan informatiovuon kuvaaminen sekä valvontaan osallistuvien tahojen roolien ja vastuiden selvittäminen.

Vuonna 2001 STUK hyväksyi 8 ESO:n ja 26 IAEA:n uutta tarkastajaa tarkastamaan Suomen ydinlaitoksia.

Ydinmateriaalivalvontaa tarkastellaan yksityiskohtaisesti raportissa STUK-B-YTO 213.

## 6.2 Radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvonta

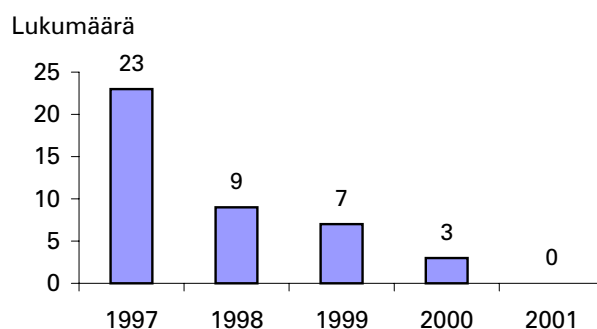
Suomessa kuljetetaan noin 20 000 radioaktiivista pakkausta vuosittain. STUKin tietoon ei tullut yhtään radioaktiivisten aineiden kuljetusonnettomuutta tai muuta turvallisuutta vaarantavaa tapahtumaa.

Ydinaineiden kuljetukset edellyttävät STUKin lupaa. Luvan myöntämisen ehtona on mm. ydinvastuuvakuutus ja riittävät turvajärjestelyt. Vuoden 2001 aikana STUK myönsi Fortum Power and Heat Oy:lle ydinaineiden kuljetuslupan, joka koski tuoreen polttoaineen maahantuontiin ja maastavientiin liittyviä kuljetuksia. STUK hyväksyi neljä kuljetussuunnitelmaa, jotka koskivat tuoreen polttoaineen tuontikuljetuksia. STUK hyväksyi yhden pakkaustyyppin Suomessa käytettäväksi.

Merkittävimmät ydinaineiden kuljetukset vuonna 2001 olivat tuoreen polttoaineen tuonnit: Suomen ydinvoimalaitoksille tuotiin yhteensä 430 polttoainennippua, Saksasta, Espanjasta ja Venäjältä sekä kaksi tuoretta polttoainesauvaa Saksasta.

Myös radioaktiivisten aineiden ja ydinaineiden maahantuonti on luvanvaraista. Näihin liittyviä salakuljetusyrityksiä ei vuonna 2001 rajoilla todettu.

Vuonna 2001 ei rajalta käännytetty yhtään radioaktiivista ainetta sisältänyttä kuljetusta. Enimmillään käännytysten määrä oli vuonna 1997, jolloin Suomen rajalta käännytettiin 23 radioaktiivista kuljetusta. Kuvassa 19 esitetään rajalta käännytettyjen kuljetusten lukumäärät vuosittain. Lukumäärään vähenemiseen on osaltaan vaikuttanut se, että lähettäjät ja vastaanottajat ovat koulutuksen ja kokemuksen kautta oppineet tiedostamaan radioaktiivisuuden mahdollisuuden romussa. Valvonta on tehostunut, samalla kun romun kuljetukset ovat vähentyneet ja Suomeen Venäjältä tuleva tavara on jo kulkenut Venäjän säteilymittauskontrollin läpi.



**Kuva 19.** Suomen rajalta käännytettyjen radioaktiivisia aineita sisältäneiden kuljetusten lukumäärät.

## 7 Turvallisuustutkimus

STUKin asiantuntijat ohjasivat ja seurasivat käynnissä olevia julkisrahoitteisia ydinturvallisuutta ja ydinjätehuoltoa koskevia tutkimusohjelmia FINNUS 1999–2002 ja JYT2001. STUK tilasi ydinvoimalaitosten turvallisuutta ja ydinjätehuoltoa koskevat tutkimukset ja selvitykset ulkopuolisilta organisaatioilta, joita vuonna 2001 olivat VTT Automaatio, VTT Kemianteekniikka, VTT Energia, VTT Valmistustekniikka, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Geologian tutkimuskeskus GTK, Merentutkimuslaitos MTL, TKK Mekaniikan laboratorio, TKK Materiaali- ja kallioteekniikan osasto, HY Radiokemian laboratorio, Uppsalan Yliopisto, Pietarin Yliopisto, Aberdeenin yliopisto Katalonian polytekninen yliopisto, NEMKO Product Services Oy sekä Serco Assurance (aikaisemmin AEA Technology plc) Inspection Validation Centre (IVC).

FINNUS 1999–2002 -tutkimusohjelman tutkimusaiheet vuonna 2001 olivat ydinvoimalaitosten ikääntyminen, reaktorionnettomuudet ja erilaiset riskit. Tutkimusohjelma on organisoitu 11 tutkimusprojektiksi, joita koskevia tietoja, kuten tuloksia, kustannuksia ja työmääriä on esitetty web-osoitteessa [www.vtt.fi/ene/nuclear](http://www.vtt.fi/ene/nuclear). FINNUS-ohjelman vuosiraportti on esitetty samassa osoitteessa.

Vuonna 2001 käynnistettiin 35 STUKin tilaamaa ja rahoittamaa ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevaa hanketta. Hankkeisiin sisältyi vertailuanalyysijä ja -selvityksiä sekä tarkastus- ja analysointivalmiuden kehittämiseen tähtäviä tutkimuksia ydinvoimalaitosten rakenteellisen ja reaktoriturvallisuuden sekä turvallisuuden hallinnan alalla. Reaktoriturvallisuuden alueella osallistuttiin lisäksi viiteen kansainväliseen tutki-

musohjelmaan: NRC/CAMP ja CSARP sekä OECD/SETH, LHF ja MASCA. Myös valvontatoiminnan kehittämistä palvelevia hankkeita käynnistettiin.

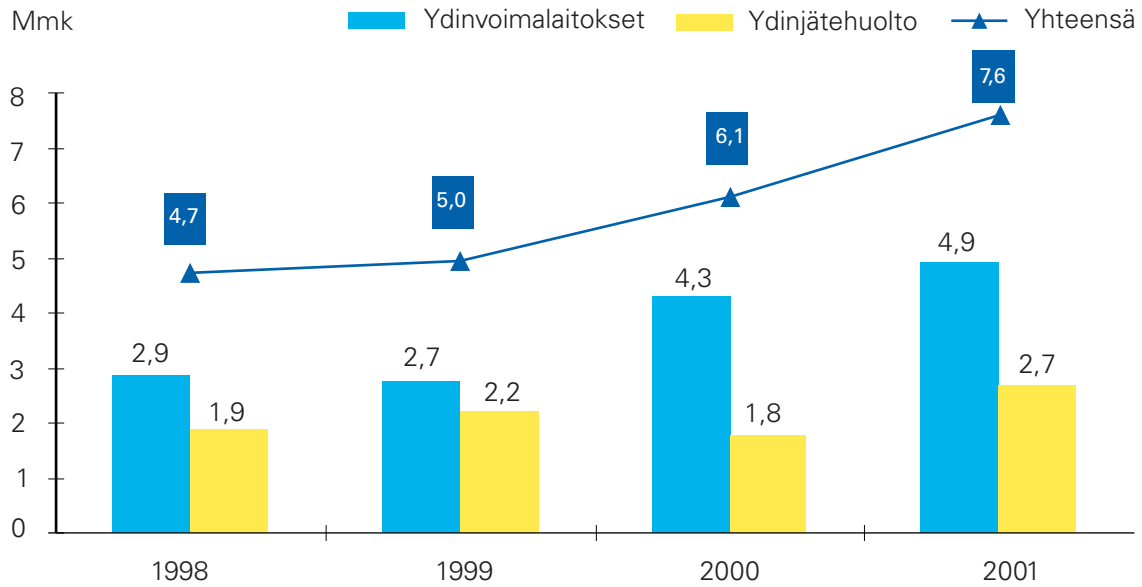
JYT2001-tutkimusohjelman painopistealueet olivat vuonna 2001 samat kuin aiemminkin eli geotieteet, tekniset vapautumisesteet, radioaktiivisten aineiden kulkeutuminen, turvallisuusanalyysit sekä tekniset ratkaisut. Lisäksi JYT2001-ohjelmaan on kuulunut yhteiskuntatieteellisiä tutkimusaiheita. JYT2001-ohjelmasta valmistuu vuoden 2002 alussa loppuraportti kauppa- ja teollisuusministeriön tutkimuksia ja raportteja -sarjassa. JYT2001-ohjelmaa koskevia tietoja on esitetty web-osoitteessa [www.vtt.fi/ene/tutkimus/jyt2001](http://www.vtt.fi/ene/tutkimus/jyt2001).

Liitteessä 4 esitetään STUKin rahoittamat, vuonna 2001 valmistuneet turvallisuustutkimukset. Osa tutkimuksista liittyy kiinteästi ydinturvallisuusvalvontaan, ja ne esitetään omana ryhmänään erillään FINNUS- ja JYT-ohjelmista. STUKin tutkimusohjelmassa rahoitetaan myös valvontatoiminnan kehittämistä ja arviointia koskevia hankkeita. Kuvassa 20 esitetään ydinturvallisuustutkimuksista ja asiantuntijapalveluista vuosittain maksetut kulut. Menojen kasvu vuonna 2001 ei johdu turvallisuustutkimusten tilauskannan suurentamisesta vaan aiempina vuosien tilattujen tutkimusten loppuunsaattamisesta.

Ajankohtaisista ydinturvallisuustutkimuksista ja valmistuneista julkaisuista tiedotetaan STUKin web-sivuilla [www.stuk.fi/tutkimustoiminta](http://www.stuk.fi/tutkimustoiminta). Parhaillaan on käynnissä 47 ydinlaitosten turvallisuustutkimushanketta sekä 36 ydinjätehuollon turvallisuustutkimushanketta.

Turvallisuustutkimusten riippumattomuuden varmistamiseksi STUK teetti VTT:n kahden tutkimusyksikön laatu järjestelmien seuranta-auditoinnin ulkopuolisella konsultilla. Myös GTK:n laatu järjestelmä auditointiin ulkopuolisen konsultin toimesta.

Em. auditointien tulokset esitettiin STUKin järjestämissä palautetilaisuuksissa ao. organisaatioyksiköiden laatu vastaaville ja STUKin ao. ydinturvallisuustutkimustoiminnan vastuhenkilöille.



**Kuva 20.** Ydinturvallisuustutkimusten kustannukset.

## 8 Valmiustoiminta

STUKissa pidettiin useita koulutustilaisuuksia ja harjoituksia STUKin oman valmiustoiminnan kehittämiseksi ja testaamiseksi. STUKissa järjestettiin valmiuskoulutusta myös ulkomaisille viranomaisille. Oman onnettomuusvalmiuden lisäksi STUK valvoi ydinvoimalaitosten käyttöorganisaatioiden valmiutta toimia poikkeavissa tilanteissa. Tällaisia poikkeavia tilanteita ei vuonna 2001 ollut.

Suomessa pidettiin vuonna 2001 erityyppisiä valmiusharjoituksia, joihin STUK osallistui. Raumalla järjestettiin 5.9.2001 valmiusharjoitus- ja koulutustilaisuus, joka koski Olkiluodon voimalaitosta. Tilaisuuteen osallistuivat luvanhaltijan edustajien lisäksi useat viranomaiset. Loviisan voimalaitoksen valmiusharjoitus oli 28.11.2001 ja STUK osallistui siihen valmiussuunnitelman mukaisesti. Valmiustoimintaa testattiin myös FiR 1 -tutkimusreaktorilla 25.9.2001. Loviisan voimalaitoksella pidettiin paloharjoitus 2.5.2001. Olkiluodon voimalaitoksen paloharjoitus järjestettiin 19.11.2001.

Ydinvoimalaitosten valmiustoimintaa on laitosten käytön aikana jatkuvasti kehitetty ja toimintaa testattu säännöllisesti valmiusharjoituksissa, jotka ovat osa laitosten valmiuskoulutusta. STUK on hyväksynyt Loviisan ja Olkiluodon laitosten valmiussuunnitelmat ja tarkastaa vuosittain valmiusjärjestelyiden toteutusta mukaan lukien koulutuksen ja harjoitukset.

STUK osallistui myös kansainvälisiin, ydinvoimalaitoksia koskeviin valmiusharjoituksiin. Ranskassa järjestettiin JINEX-1-valmiusharjoitus 22.–23.5.2001, johon osallistui 55 maata ja viisi kansainvälistä järjestöä. Reilun vuorokauden kestäneessä harjoituksessa testattiin tiedonkulkua ja siihen käytettäviä menetelmiä sekä tilannekuvan muodostamista ja päätöksentekoa. Pitkä harjoitus mahdollisti myös vuoronvaihdon harjoituksen aikana. Kansainvälinen tiedonvaihto oli keskeisessä asemassa myös Ruotsissa 28.3.2001 pidetyssä ALEX-harjoituksessa, joka kuului osana laajaan Barents Rescue -harjoitukseen.

## 9 Viestintä

Ydinvoimalaitosten turvallisuutta, ydinjätehuoltoa ja ydinmateriaalien valvontaa koskevista asioista tiedotettiin julkisuuteen sekä oma-aloitteisesti että vastaamalla tiedotusvälineiden kysymyksiin. Tiedotteita annettiin lähes 20 aiheesta ja niitä julkaistiin lehdistötiedotteina, YLEn Teksti-TV:n sivuilla ja STUKin omilla www-sivuilla. Lisäksi aihepiireistä julkaistiin kirjoituksia STUKin neljä kertaa vuodessa ilmestyvässä ALARA-lehdessä. Tiedotusvälineille ja sidosryhmille toimitettiin neljännesvuosiraportit Suomen ja sen lähialueiden ydinturvallisuudesta.

Ydinturvallisuusraportissa esitettävien asioiden kiinnostavuutta selvitettiin lukijakyselyn avulla. Kysely lähetettiin ensimmäisen neljänneksen raportin mukana yli 400:lle, raportin vakio-postituslistalla olevalle henkilölle. Vastausprosentiksi tuli 31. Kyselyssä tiedusteltiin, millä tarkkuudella (tarkasti / satunnaisesti / ei lainkaan) lukijat seuraavat raportin eri osioita. Eri osioiden seuraamisen astetta arvioitiin sen perusteella, miten suuri osa vastanneista oli ilmoittanut seuraavansa kyseistä osiota tarkasti. Tällöin eniten seurattiin valmiustoimintaa koskevaa osiota, jota 52 % lukijoista ilmoitti seuraavansa tarkasti. Seuraavaksi eniten seurattiin Loviisan ydinvoimalaitoksen ja Suomen lähialueen ydinvoimalaitosten asioita (46 % ja 45 %). Seuraavan ryhmän muodostivat Olkiluodon ydinvoimalaitoksen asiat ja ydinvoimalaitosten valvontaa koskevat asiat (39 % ja 41 %). Ydinjätehuollon asioita ilmoitti seuraavansa 32 % vastanneista ja ydinmateriaalivalvonnan asioita 21 % vastanneista. Kyselyllä selvitettiin myös tarvetta paperimuotoiseen raporttiin, kun raportti on luettavissa myös STUKin www-sivuilta. Kyselyyn vastanneista 76 % piti tarpeellisena saada raportti edelleen painettuna versiona postitse.

STUKin www-sivuilla olevan Lukijan Linkin välityksellä kansalaiset esittivät kysymyksiä

STUKin asiantuntijoille. Vuonna 2001 Lukijan Linkkiin tuli 250 kysymystä, joista 5 % kosketti ydinenergian käyttöä koskevia asioita.

Suomen ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevista asioista STUK tiedotti Loviisan laitoksella vuosihuoltoseisokissa tapahtuneesta lievästi radioaktiivisen veden vuodosta ja Olkiluodon laitoksen yksiköiden hätäjähdytysjärjestelmän venttiilien toimilaittevioista. Laitosyksiköiden vuosihuoltoseisokeista kuten myös lyhyistä tuotantokatkoksista tiedotettiin. Tällaisia lyhyitä katkoksia aiheuttivat reaktoripikasulut Loviisa 1:lla ja Olkiluoto 2:lla ja korjausten vuoksi pidetyt seisokit, joita oli yksi kummallakin Loviisan yksiköllä.

Ydinjätehuoltoon liittyen STUK tiedotti kauppa- ja teollisuusministeriölle toimittamastaan arviosta ydinjäteyhtiö Posiva Oy:n toimintaohjelmasta, joka koski ydinjätteiden loppusijoituksen valmistelua. Ydinmateriaalivalvonnan asioista annettiin yhteenvetotiedote edellisenä vuonna itärajalta käännytetyistä säteilevistä kuljetuksista.

Itä-Euroopan maiden ydinturvallisuuden parantamishankkeisiin liittyen julkisuuteen tiedotettiin mm. Kuolan laitokselle asennetusta uudesta turvallisuusjärjestelmästä ja Pietarissa pidetystä kokouksesta, jossa käsiteltiin kansainvälisenä hankkeena tehtyjä Leningradin ydinvoimalaitosten turvallisuusanalyysyjä. Lähialueen ydinturvallisuusasioista tiedotettiin lisäksi ydinsukellusvene Kurskin nosto-operaatiosta.

Kansainvälisen yhteistyön asioista tiedotettiin mm. STUKin Kansainväliselle atomienergiajärjestölle IAEA:lle toimittamasta, ydinturvallisuutta koskevan kansainvälisen sopimuksen edellyttämästä raportista, kansainvälisestä ydinjätösopimuksesta, STUKin isännöimistä kokouksista, EU-hakijamaiden ydinturvallisuusvalvonnasta sekä osallistumisesta kansainvälisen ydinonnettomuusharjoitukseen.

## 10 Kansainvälinen yhteistyö

### IAEA-yhteistyö

STUK valmisteli Kansainväliselle atomienergiajärjestölle IAEA useita Suomelta pyydettyjä lausuntoja (ks. liite 3) ohjeluonnoksista, jotka kuuluvat IAEA:ssa meneillään olevaan ydinturvallisuutta ja ydinjätehuoltoa koskevan säännösten (NUSS- ja RADWASS-ohjeisto) uusimishankkeeseen. Ohjeiden uusimistyö alkaa olla loppusuoralla. STUKista osallistuttiin myös ohjeluonnosten valmistelutyöryhmien työhön. STUKilla oli edustajat säännöstötyötä ohjaavissa, pysyvissä NUSC- ja WASSC-komiteoissa.

Kansainvälisen ydinturvallisuussopimuksen edellyttämä, kolmen vuoden välein laadittava selonteko toimitettiin sopimuksen sihteeristölle IAEA:han syksyllä 2001. Selonteossa esitetään, miten sopimuksen velvoitteet on täytetty. Seuraava tarkastelukokous on vuonna 2002.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon turvallisuutta koskeva yleissopimus tuli voimaan 18.6.2001. STUK osallistui joulukuussa 2001 pidettyyn yleissopimuksen ensimmäisen tarkastelukokouksen valmistelukokoukseen, jossa sovittiin toiminta- ja taloudellisista menettelytavoista, kokousten käytännön järjestelyistä ja kansallisten raporttien sisällöstä.

STUKin edustaja jatkoi ydinmateriaalivalvontaa koskevista asioista IAEA:n pääjohtajan yhtenä neuvonantajana (SAGSI) myös vuonna 2001. Tänä aikana ryhmä kokoontui yhteensä neljä kertaa ja käsitteli pääasiassa ydinmateriaalivalvonnan kokonaisuudistusta.

IAEA:n ja OECD:n yhteisen ydinvoimalaitostapahtumien IRS-raportintijärjestelmän (IRS, Incident Reporting System) kautta saatiin 85 raporttia. Järjestelmän avulla saatetaan osallistuvien maiden tietoon ydinvoimalaitosten käyttötapahumat ja havainnot, joista voidaan saada heräte turvallisuuden parantamiseen jollakin muulla ydinvoimalaitoksella. STUK toimii Suomen yhte-

ysorganisaationa. Raportit ovat tallennettuna tietokantaan (AIRS, Advanced Incident Reporting System), joka sisälsi vuoden 2001 lopussa noin 2980 tapahtumaraporttia. Neljä kertaa vuodessa päivitettävä, cd:llä oleva tietokanta on Suomessa sekä STUKin että luvanhaltijoiden käytössä. IAEA:ssa on kehitteillä tapahtumatietojen taltiointia ja hakuja varten Internet-pohjainen tietokanta. IRS-raportit käsiteltiin sekä STUKissa että luvanhaltijoiden organisaatioissa. Vuonna 2001 käsitellyt raportit eivät antaneet aiheutta merkittäviin rakenteellisiin tai käyttötekniisiin muutoksiin Suomen ydinvoimalaitoksilla. Eräiden tapahtumien johdosta tarkistettiin Suomen laitoksilla käytössä olevia menettelyjä. Suomesta IRS-järjestelmään raporttoitiin Olkiluodon ydinvoimalaitoksella havaittu reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmän moottoritoimisten venttiilien yhteisvika, joka johtui venttiilien toimilaitteiden bakeliittimuovisissa hammaspyörissä olleista vaurioista ja säröistä. Tapahtumaa selvitetään tarkemmin liitteessä 6.

STUK toimi yhteysorganisaationa myös IAEA:n ylläpitämässä tutkimusreaktorilaitosten tapahtumien tiedonvaihtojärjestelmässä (IRSRR, Incident Reporting System for Research Reactors). Järjestelmän toiminta on alkanut joitakin vuosia sitten ja vuoden 2001 lopulla järjestelmään osallistuva maita oli 31. Järjestelmän käyttöön ollaan kehittämässä Internet-pohjaista tietokantaa tutkimusreaktorien tapahtumista. Tietokantaan on kerätty tutkimusreaktoritapahtumia aikaisemmilta vuosilta. Toistaiseksi tiedonvälitys järjestelmään osallistuville maille on tapahtunut lähinnä järjestelmän vuosittaisissa kokouksissa. Suomessa ei vuonna 2001 ollut järjestelmään raportoitavia tapahtumia.

IAEA välitti ydinlaitostapahtumien INES-tiedonvaihtojärjestelmän (INES, International Nuclear Event Scale) kautta tiedot 26 tapahtu-

masta, joista 16 koski ydinvoimalaitoksia ja 10 säteilylähteiden käyttöä. Minkään tapahtuman INES-luokka ei ollut suurempi kuin 2. Raportointikriteerinä IAEA:lle on se, että tapahtuma kuuluu INES-asteikolla vähintään luokkaan 2 tai että tapahtuma herättää tai sen arvellaan herättävän mielenkiintoa kansainvälisesti. Tapahtumatietojen välittämisessä otettiin käyttöön Internet-pohjainen järjestelmä NEWS (Nuclear Event Web-based System). Suomessa käyttöoikeudet järjestelmään on 18 henkilöllä, jotka edustavat viittä organisaatiota (STUK, kauppa- ja teollisuusministeriö, Fortum Power and Heat Oy, Teollisuuden Voima Oy, Valtion teknillinen tutkimuskeskus). Käyttöoikeuden omaavat henkilöt saavat välittömästi tiedon, kun tapahtumamaan yhdyshenkilö on tallentanut tapahtumaa koskevat tiedot järjestelmään. Suomen INES-yhdyshenkilö on STUKista. Suomessa ei vuonna 2001 ollut INES-järjestelmään raportoitavia tapahtumia.

STUKin edustaja työskenteli IAEA:n ydinmateriaalivalvonnan tukiohjelman rahoituksella Itä- ja Keski-Euroopan avustusohjelmien koordinaattorina. Ulkoasiainministeriö rahoittaa ohjelmaa, jonka toimeenpanija on STUK. Ohjelman tavoitteena on IAEA:n valvontamenetelmien kehittäminen, tarkastajien koulutus ja asiantuntija-apu.

STUKin edustajat osallistuivat IAEA:n asiantuntijoina ydinturvallisuusviranomaisten toimintaa koskeviin IRRT-arviointeihin Liettuassa ja Tšekissä. Lisäksi osallistuttiin asiantuntijana työhön, jossa verrataan venäläisiin VVER-laitoksiin ja länsimaisiin painevesilaitoksiin sovellettavia polttoaineen suunnitteluvaatimuksia. Työn tuloksena syntynyt loppuraportti sisältää vaatimusten vertailun ja suositukset jatkotoimenpiteiksi.

### OECD/NEA-yhteistyö

OECD:n ydinenergiayksikön (NEA) kautta kanavoitui pääosa turvallisuustutkimukseen liittyvää kansainvälistä yhteistyötä. Lisäksi järjestö tarjosi tilaisuuden viranomaisten väliseen mielipiteiden vaihtoon ydinturvallisuussäännösten kehittämistarpeesta ja yksittäisten säännösten sisällöstä. STUK oli edustettuna kaikissa säteily- ja ydinturvallisuutta käsittelevissä järjestön pääkomiteoissa. Pääkomiteoiden toimialat ovat

- turvallisuustutkimus (CSNI, Committee on the Safety of Nuclear Installations)

- ydinturvallisuusvalvonta ja -vaatimukset (CNRA, Committee on Nuclear Regulatory Activities)
- säteilyturvallisuus (CRPPH, Committee on Radiation Protection and Public Health)
- ydinjätehuolto (RWMC, Radioactive Waste Management Committee).

STUKin pääjohtaja toimi CNRA-komitean puheenjohtajana. Lisäksi STUK osallistui komiteoiden perustamien alla mainittujen työryhmien toimintaan.

CNRA:lla oli alkuvuodesta vain yksi pysyvä tarkastuskäytäntöjä käsittelevä työryhmä WGIP (Working Group on Inspection Practices). Työ kohdistui viranomaisten tarkastuskäytäntöjen kokoomiseen ja arviointiin sekä suositeltavien käytäntöjen julkasemiseen. Ryhmä kokoontui kaksi kertaa, joista toinen kokoontuminen oli STUKissa. Ryhmän työn tuloksena julkaistiin yhteensä kuusi raporttia, jotka kohdistuivat mm. viranomais-toiminnan tehostamiseen ja käytönaikaisiin ennakko- ja huoltoihin. Lisäksi päivitettiin viranomais-tarkastuskäytäntöjä eri maissa kuvaava raportti. Valmisteltavana oli raportit alihankkijoiden työn valvonnasta ja tarkastuksista sekä tutkimusreaktoreiden sekä muiden ydinpolttoainekiertoa osallistuvien laitosten tarkastamisesta. Ryhmän vuonna 2000 järjestämästä, sarjassaan viidennestä kansainvälisestä seminaarista julkaistiin raportit, jotka käsitelivät säteilysuojelutarkastuksia ja pitkien seisokkien yhteydessä vaadittavia viranomais-tarkastuksia sekä tunnuslukujen viranomaiskäyttöä ydinvoimalaitosten toiminnan arvioinnissa.

CNRA perusti uuden pysyvän työryhmän WGPC (Working Group on Public Communication), jonka tehtävänä on yleisön huomiointi viranomaisyhteistyössä ja yleisöviestinnän kehittäminen. Ryhmä piti ensimmäisen kokouksensa vuonna 2001.

CSNI:llä on kuusi työryhmää, joiden kaikkien toimintaan osallistuttiin. Työryhmien toimialat olivat

- ydinvoimalaitosten käyttökokemukset (WGOE, Working Group on Operating Experience)
- ydinvoimalaitosten laitteiden ja rakenteiden eheys (IAGE, Working Group on Integrity of Components and Structures)



- ydinvoimalaitosonnettomuuksien analysointi ja hallinta (GAMA, Working Group on Accident and Analysis)
- ydinvoimalaitosten riskien arviointi (WGRISK, Working Group on Risk Assessment,)
- inhimilliset ja organisatoriset tekijät (SEG HOF, Special Expert Group on Human and Organisational Factors)
- ydinpolttoaineen turvallisuusmarginaalit (SEG FSM, Special Expert Group on Fuel Safety Margins).

### EU-yhteistyö

EU:n ministerineuvoston alainen atomikysymysryhmä AQG (Atomic Questions Group) perusti kevääksi 2001 ad-hoc-työryhmän laatimaan selvityksen EU-jäsenyyttä hakeneiden maiden ydinturvallisuustilanteesta. Työryhmään osallistuivat kaikki EU-maat. EU-jäsenyyttä hakeneista maista ydinvoimaa käyttävät Bulgaria, Liettua, Romania, Slovakia, Slovenia, Tšekki, ja Unkari. Suomesta työryhmässä oli edustus STUKista, jolla on asiantuntemusta erityisesti VVER-reaktoreita käyttävien maiden eli Bulgarian, Slovakian, Tšekin ja Unkarin tilanteesta. Työryhmä valmisteli raportin, jossa käsitellään kunkin hakijamaan ydinvoimalaitosten tilanne sekä muiden ydinlaitosten kuten polttoaine- ja jätevarastojen ja säteilyturvallisuusalan kysymyksiä. Raportissa hahmotellaan EU-hakijamailta edellytettävä ”korkea ydinturvallisuuden taso” ja esitetään hakijakohtaisia suosituksia tämän tason saavuttamiseksi. Raportti valmistui toukokuussa 2001, ja hakijamailla on ollut syyskuu 2001 aikaa vastata sen suosituksiin. Vastauksien arviointia varten kootaan vastaava työryhmä kevääksi 2002.

STUK osallistui EU:n työryhmien Nuclear Regulators Working Group (NRWG), European Radioactive Waste Regulator's Forum (ERWR) ja European Nuclear Installations Group (ENIS-G) toimintaan.

STUK osallistui NRWG:n ainetta rikkomattomien koestusten pätevöintiä käsittelevän työryhmän Task Force on Non-Destructive Testing Qualification Programmes toimintaan. Työryhmä on saanut tehtäväkseen vaihtaa kokemuksia viranomaisien näkökulmasta pätevöinnin toteutuksesta ja kehityksestä Euroopan eri maissa sekä seurata ja arvioida tarkastusten pätevöintiä koskevan verkoston ENIQin (European Network for

Inspection Qualification) toista esitutkimusta viranomaisien näkökulmasta. Kokemusten vaihtamiseksi ryhmä on laatinut kyselyn jäsentensä vastattavaksi. Kyselyn tulokset on tarkoitus raportoida kesällä 2002. ENIQin toisen esitutkimuksen seurantaa varten nimettiin tarkkailijat. Tarkoituksena on pyrkiä tiiviiseen ja aktiiviseen osallistumistapaan antamalla palautetta ENIQ-projektiryhmälle viranomaisnäkökulmasta. Lisäksi osallistuttiin NRWG:n työryhmän Safety Critical Software työskentelyyn.

Ydinmateriaalien valvonnan alueella STUK osallistui European Safeguards R&D Associationin (ESARDA) toimintaan. ESARDA:n tehtävänä on edistää ja harmonisoida ydinmateriaalien valvonnan eurooppalaista tutkimus- ja kehitystyötä. ESARDA tarjoaa foorumin tietojen ja ajatusten vaihtoon viranomaisille, tutkijoille ja ydinlaitosten käyttäjille.

### NKS-yhteistyö

Pohjoismainen ydinturvallisuusohjelma NKS 1998–2001 kattoi kolme pääaluetta: ydinturvallisuus, valmiustoiminta sekä uhkakuvat ja tiedotus. Pääalueet oli jaettu seitsemään projektiin, joista STUKin edustajat osallistuivat useisiin niiden osatehtävissä ja seminaareissa. Olennaisimmat ydinturvallisuushankkeet koskivat turvallisuusanalyysijä, laadunvarmistusta ja vakavien onnettomuuksien tutkimusta.

Päättäneen ohjelman tulokset olivat laadullisesti ja kattavuudeltaan yleisesti hyvää tasoa. Hankkeita ohjasivat projektipäälliköt, NKS:n pääsihteeri sekä eri maiden ja osapuolten edustajista koostuva johtoryhmä. STUKista oli edustus johtoryhmässä.

NKS:n uusi, vuonna 2002 käynnistytävä ohjelma suunniteltiin. Suunnitelmien mukaan siitä ohjaa kaksi vastuullista ohjelmapäällikköä entisen seitsemän projektipäällikön sijaan. STUK veti uuden ohjelman reaktoriturvallisuutta koskevan osa-alueen suunnittelun ja osallistui myös valmius- ja ympäristöalueen ohjelman suunnitteluun.

### Kahdenvälinen yhteistyö eri maiden kanssa

STUKin edustaja osallistui Ruotsin SKI:n tukena toimivan ydinturvallisuusneuvottelukunnan työhön pysyvänä jäsenenä. SKI:n edustaja oli puolestaan kutsuttuna asiantuntijana STUKin yhteydessä toimivassa ydinturvallisuusneuvottelukun-



nassa. SKI:n kanssa yhteistyötä jatkettiin säännöllisin tapaamisin, joissa keskusteltiin ajankohtaisista ydinvoimalaitosten turvallisuusvalvonnan kysymyksistä. Ruotsin säteilyturvallisuusviranomaisen SSI:n kanssa jatkettiin tiedonvaihtoa säteilyannoksista, jotka suomalaiset olivat saaneet työskennellessään Ruotsin ydinvoimalaitoksilla ja ruotsalaiset Suomen ydinvoimalaitoksilla. Yhteydenpitoa valmiustilanteessa kehitettiin SKI:n ja SSI:n kanssa.

STUKin edustaja toimi Belgian ydinturvallisuusviranomaisen tukena toimivan neuvottelukunnan puheenjohtajana sekä osallistui Liettuan vastaavan neuvottelukunnan toimintaan pysyvänä jäsenenä.

Yhteistyö USAn turvallisuusviranomaisen (USNRC) kanssa keskittyi tietojen vaihtoon kumpaakin osapuolta kiinnostavista ydinturvallisuusasioista. Konkreettisenä yhteistyöprojektina STUK aloitti yhteistyössä USNRC:n ja Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen VTT kanssa polttoaineen käyttäytymistä häiriö- ja onnettomuustilanteissa analysoivan FRAPTRAN-ohjelman kehitystyön, jonka tarkoituksena on parantaa ohjelman termohydrauliikkaa liittämällä siihen uusi GENFLO-niminen termohydrauliikkamalli. USNRC ja STUK solmivat yhteistyösopimuksen, jossa määritellään ehdot ohjelman jatkokehitystyölle. Vuoden lopulla STUKin edustaja lähetettiin USNRC:n tehtäviin vierailevaksi asiantuntijaksi.

Ranskan ydinturvallisuusviranomaisen kanssa jatkettiin yhteistyötä todennäköisyyspohjaisen turvallisuusanalyysin (PSA) ja paloriskien alueella. Yhteistyöaiheita olivat PSA-ohjelman kehittyminen, tulipaloriskianalyysi, PSA:n taso 2, PSA-perustainen tapahtuma-analyysi, hätätilanneohjeistot sekä rankkojen sääolosuhteiden riskianalyysi. Ranskasta saatiin tulipalojen syttymiseen liittyvää tilastollista aineistoa ja tulipalojen malintamiseen liittyvää tutkimustietoa.

Myös Sveitsin ydinturvallisuusviranomaisen HSK kanssa jatkettiin yhteistyötä, joka on kiinteästi liittynyt todennäköisyyspohjaiseen turvallisuusanalyysiin (PSA). HSK:lla on mm. käytössä STUKin PSA-laskentaohjelma. Kokemuksia vaihdettiin mm. laskentaohjelman kehittämisestä, PSA-perusteisesta tapahtuma-analyysistä ja riskiavusteisesta tarkastustoiminnasta. Lisäksi yhteistyön aiheina olivat viranomaistoimintojen laadunvarmistuskysymykset ja ydinjätteiden loppusijoitus.

STUKin ja Venäjän ydinturvallisuusviranomaisen Gosatomnadzorin (GAN) välinen yhteistyö ydinmateriaalien ja ydinjätteiden valvonnan alalla jatkui vuonna 1998 allekirjoitetun yhteistyöjärjestelyn perusteella.

Australian viranomaisen (ASNO, Australian Safeguards and Non-proliferation Office) kanssa jatkettiin yhteistyötä ydinmateriaalivalvonnan alalla. STUK toimitti ASNO:lle sovitun käytännön mukaisesti tietoja Suomeen tuoduista ja täällä olevista ydinaineista.

### **Keski- ja Itä-Euroopan turvallisuusviranomaisten avustaminen**

STUK jatkoi osallistumista Keski- ja Itä-Euroopan ydin- ja säteilyturvallisuusviranomaisten tukemiseen ulkoasiainministeriön ja Euroopan Unionin rahoituksella sekä IAEA:n välityksellä.

STUK toteuttaa yhdessä useiden muiden EU-maiden kanssa Euroopan Unionin viranomaisavustusohjelmia. Venäjällä ja Ukrainassa lähtivät vuonna 2001 käyntiin ydinturvallisuusviranomaisten tukihankkeiden jatkovaiheet. Molemmat kestävät vuoden. Unkarissa valmistui onnettomuustilanteissa päätöksentekoa palvelevan RODOS-ohjelmiston käyttöönottoa koskeva hanke, jossa STUK vastasi koulutusohjelman suunnittelusta.

Ulkoasiainministeriön lähialueyhteistyövaroin pidettiin yllä kahdenvälistä yhteistyöohjelmaa Venäjän, Viron, Latvian, Liettuan ja Ukrainan ydinturvallisuusviranomaisten kanssa. Kiinteä yhteydenpito jatkui Leningradin ja Kuolan ydinvoimalaitosten paikallistarkastajien kanssa. Molempien voimalaitoksen paikallistarkastajat laativat säännöllisesti puolivuotisraportit laitostapahtumista ja kävivät niiden pohjalta kertomassa tilanteesta laitoksilla. Leningradin ydinvoimalaitoksen paikallistarkastaja tutustui myös Suomessa käytäviin ydinvoimalaitosohjaajien hyväksymismenettelyihin ja käyttöhenkilökunnan koulutusohjelmiin, laitoksella tehtävien muutostöiden viranomaisvalvontaan ja Loviisan voimalaitoksen hätätilanneohjeiden kehittämishankkeeseen.

Ydinmateriaalivalvonnan osalta tiivistä yhteistyötä tehtiin Venäjän, Viron, Latvian, Liettuan ja Ukrainan kanssa. Rajavalvojien ja tullivirkailijoiden koulutuksen ja radioaktiivisten aineiden havaitsemiseksi toimitettujen laitteiden avulla estetään radioaktiivisten aineiden salakuljetuksia.

### **Itä-Euroopan ydinlaitosten turvallisuuden kehittäminen**

STUK hallinnoi Suomen hallituksen lähialueyhteistyöbudjetista rahoitettua suomalais-venäläistä säteily- ja ydinturvallisuusyhteistyötä. Toiminnan kohteena ovat Kuolan ja Leningradin ydinvoimalaitokset sekä erilaiset radioaktiivisen jätteen varastot. STUK tekee projektisuunnitelmat yhdessä avustuskohteen kanssa, pyytää toimijoilta tarjoukset ja valvoo hankkeiden etenemistä. Konsulttien ohella myös STUKin asiantuntijat osallistuvat kohdelaitosten turvallisuuden parantamiseen.

Hankkeet ovat jatkoa monivuotiselle ohjelmalle, jonka pääkohteina ovat ydinvoimalaitosten käyttötoiminnan laatu, paloturvallisuus ja turvallisuuden kannalta tärkeiden putkistojen tarkastusmenetelmät sekä valmiustoiminta ja ympäristön säteilyvalvonta.

Yksityiskohtaisempia tietoja hankkeista on esitetty raportissa "Finnish Support Programme for Nuclear Safety, Biannual Summary 2001" sekä vuoden 2002 alussa julkaistavassa vastaavassa raportissa "Annual Summary 2001".

STUKin edustajat toimivat EU:n ja Euroopan Jälleenrakennus- ja Kehityspankin (EBRD) asiantuntijaryhmissä, jotka arvioivat rahoitettavaksi esitettyjen ydinturvallisuutta lisäävien hankkeiden tarkoituksenmukaisuutta. EBRD:n ydinturvallisuusrahastojen valtuustokokouksiin STUK asetti tarvittaessa ulkoasiainministeriön tueksi asiantuntijahenkilön.

STUK jatkoi ohjelmia Venäjän ydinturvallisuusviranomaisen GAN:n ja Radon-kombinaatin kanssa ydinjätehuoltotietouden ja -kokemusten vaihtamiseksi.

Kuolan ydinvoimalaitoksen ympäristöön asennettiin asennettiin lisää valvontalaitteita. Verkkoon kuuluu nyt 15 automaattista mittausasemaa.

STUK teki yhteistyötä myös Pietarissa sijaitsevan Venäjän energiaministeriön alaisen valmiuskeskuksen kanssa. Vuonna 2001 osallistuttiin valmiuskeskuksen uusien toimitilojen ilmastointijärjestelmän hankintoihin.

### **Ydinkoekiellon valvonta**

Ydinkoekieltosopimukseen perustuva, STUKin yhteydessä toimiva kansallinen tietokeskus osallistui sopimuksen valmistelutoimikunnan tehtäviin kustannustehokkaan ja Suomen kannalta toi-

mivan organisaation rakentamiseksi. Tietokeskus koulutti muita tietokeskuksia hallitsemaan ydin-koetoiminnan keskeisien merkkien havaitsemista. Myös radioaktiivisuutta valvovien asemien hoitajia koulutettiin asemien ylläpidon varmistamiseksi. Tietokeskuksen oma automaattinen rutiinivalvonta toimi koko vuoden. Tietokeskus ei havainnut poikkeavia havaintoja vuoden 2001 aikana.

Suomi on ratifioinut ydinkoekieltosopimuksen 15.1.1999. Sopimuksessa STUKille annettiin kansallisen tietokeskuksen tehtävät eli STUK vastaa sopimuksen valvonnan velvoitteista kansallisena viranomaisen toimivaa ulkoasiainministeriötä kohtaan sekä kansainvälistä viranomaista eli Ydinkoekiello-organisaatiota kohtaan (CTBTO, Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organisation). Kansallisen tietokeskuksen toiminta avattiin virallisesti 4.10.1999.

### **Muu yhteistyö**

STUK osallistui EU-maiden ydinturvallisuusviranomaisten yhteistyöelimen WENRAn (Western European Nuclear Regulators' Association) työskentelyyn. STUKin osuus painottui ns. harmonisointityöryhmän työhön. Ryhmän tehtävänä on ollut kartoittaa mahdollisuuksia yhtenäistää EU-maiden ydinturvallisuussäännöstöä. Vuonna 2001 valmistuivat maakohtaiset itsearviot, joiden pohjalta työryhmä teki vertailun siitä, miten ydinturvallisuuden ns. referenssivaatimukset täyttyvät EU-maissa. Työryhmä oli aikaisemmin laatinut raportin EU-maissa tavoiteltavasta ydinturvallisuusvaatimusten referenssitasosta.

STUK osallistui NERS-työhön (Network of Regulators of Countries with Small Nuclear Programmes). NERS on pienten ydinvoimavaltioiden (Alankomaat, Argentiina, Belgia, Etelä-Afrikka, Slovakia, Slovenia, Suomi, Sveitsi, Tšekki ja Unkari) viranomaisten yhteistyöfoorumi, jossa keskustellaan ja vaihdetaan kokemuksia pienten ydinvoimaohjelmien viranomaistoiminnan erityispiirteistä. Vuonna 2001 keskusteltiin erityisesti yleisön huomioimisesta ydinenergian käytössä, ydinturvallisuuden vaatiman pätevyyden ylläpidosta pienissä maissa, turvallisuuden tunnusluvuista ja radioaktiivisten jätteiden käsittelystä. NERS piti yhden kokouksen.

VVER-laitoksia käyttävien maiden viranomaisten yhteistyöelimellä, VVER Forumilla, oli vuonna 2001 neljä työryhmää, joista STUK osallistui kol-

meen. Tarkastusmenettelyjä koskeva ryhmä teki tarkastusmatkan Khmel'nitskin ydinvoimalaitokselle Ukrainaan. Nämä yhteisesti tehdyt tarkastukset antavat mahdollisuuden vertailla käytännössä eri VVER-maiden viranomaisten tarkastustoiminnassaan noudattamia tarkastustapoja ja menetelmiä. Khmel'nitskin laitoksen tarkastuksen pääkohteina olivat laitoksen paloturvallisuusjärjestelyt, käyttöturvallisuus ja koulutustoiminta. STUKin osuus painottui paloturvallisuusjärjestelyjen tarkastamiseen. Laitteiden ikääntymisen hallintaa käsittelevässä työryhmässä laadittiin raportti VVER 440 -laitosten höyrystintuubien eheyden ja ikääntymisen valvonnasta saaduista kokemuksista ja VVER 1000 -laitosten suojarakennusten esijännityksen toimintaa koskevista esihankkeista. Suomesta raportin laatimiseen osallistui myös Loviisan voimalaitos. Työryhmä esitti joukon ehdotuksia käyttöiän hallintaa koskevaksi

jatkotyöksi. Kolmas ryhmä, jonka toimintaa osallistuttiin käsitteli viranomaistoiminnan riippumattomuutta. VVER Forumilla oli vuonna 2001 toiminnassa lisäksi onnettomuuden hallintaa käsittelevä työryhmä.

Loviisa Energy Centren (LEC) toiminta lakkautettiin vuonna 2001. LECin aloitteesta käynnistetyn ydinlaitosten käyttöiän hallintaa koskevan säännösten kehittämiseen tarkoitetun DO-CUM-projektin viimeinen kokous pidettiin vuoden 2000 lopussa, jolloin sovittiin hankkeen jatkotoimista. Vuoden 2001 alkupuolella STUK virkатыnä ja Venäjän atomivoimaministeriön kansainvälisen ydinturvallisuuskeskuksen RINSC rahoittamana valmistelivat yhteenvetoa omasta kansallisesta säännöstöstään ja noudatetusta käytännöstä. Vuoden 2001 aikana ei suunniteltuja kokouksia järjestetty ja LEC:n lakkauttamisen johdosta on hankkeen jatkuminen epäselvää.

## 11 Ydinturvallisuusneuvottelukunta

Ydinturvallisuusneuvottelukunnan tehtävänä on ydinenergialain 56 §:n mukaisesti ydinenergian käytön turvallisuutta koskevien asioiden valmistava käsittely. Neuvottelukunnan asettaa valtio-neuvosto ja se toimii STUKin yhteydessä. Neuvottelukunnan toimikausi on kolme vuotta. Nykyinen toimikausi päättyy 15.8.2003.

Nykyisen neuvottelukunnan puheenjohtajana toimii professori Pentti Lautala (TTKK), varapuheenjohtajana tutkimuspäällikkö Rauno Rintamaa (VTT) ja jäsenenä johtava tutkija Riitta Kyri-Rajamäki (VTT), professori Ulla Lähteenmäki (MIKES), ympäristöneuvos Olli Pakkala (YM), professori Rainer Salomaa (TKK) ja toimialapäällikkö Paavo Vuorela (GTK). Pysyvänä asiantuntijana toimii STUKin pääjohtaja, professori Jukka Laaksonen. Erikseen kutsuttuina asiantuntijoina toimivat TkT Antti Vuorinen ja SKI:n johtaja Christer Viktorsson.

Neuvottelukunta antoi STUKille useita lau-

suntoja. Lausunnot koskivat uuden ydinvoimalaitoksen periaatepäättöshakemusta, Loviisaan rakennettavaa ydinjätteen kiinteytyslaitosta, Posiva Oy:n käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyön ohjelmaa ja kansainvälisen ydinturvallisuussopimuksen johdosta annettavaa Suomen kansallista selontekoa. Lisäksi neuvottelukunta antoi STUKille lausuntoja useista YVL-ohjeista, seurasi Suomen ja Ruotsin laitosten käyttötapahtumia ja teki Loviisan ydinvoimalaitokselle tutustumismatkan. Neuvottelukunta piti vuoden aikana yhteensä 13 kokousta.

Neuvottelukunnalla on valmistelevaa työtä varten kolme jaostoa: reaktoriturvallisuusjaosto, ydinjätejaosto sekä valmius- ja ydinmateriaalijaosto. Jaostoihin on kutsuttu neuvottelukunnan varsinaisten jäsenten lisäksi oman alansa arvostettuja asiantuntijoita. Jaostot pitivät vuonna 2001 yhteensä 16 kokousta.

## LIITE 1

## YDINVOIMALAITOSTEN KÄYTÖN TARKASTUSOHJELMA

Perusohjelma		Tarkastusohjelma 2001	
		Loviisan voimalaitos	Olkiluodon voimalaitos
<b>A</b>	<b>Turvallisuusjohtaminen</b>	X	
<b>B</b>	<b>Päätoiminnot</b>		
B1	Turvallisuuden arviointi ja parantaminen	X	
B2	Käyttötoiminta		X
B3	Laitoksen ylläpito	X	X
<b>C</b>	<b>Toimintayksikkö- ja osaamisaluekohtaiset tarkastukset</b>		
C1	Laitoksen turvallisuustoiminnot	X	X
C2	Sähkö-, instrumentointi- ja automaatiotekniikka	X	X
C3	Konetekniikka	X	X
C4	Rakennus- ja rakennetekniikka	X	X
C5	PSA ja vikatilastojen hyödyntäminen	X	X
C6	Tietohallinto	X	X
C7	Kemia	X	X
C8	Ydinjätteet	X	X
C9	Säteilysuojelu	X	X
C10	Palontorjunta	X	X
C11	Valmiusjärjestelyt	X	X
C12	Turvajärjestelyt	X	X
C13	Laadunvarmistus	X	

## LIITE 2

## STUKIN MYÖNTÄMÄT YDINENERGIALAIN MUKAISET LUVAT

C214/227, 10.1.2001, Teollisuuden Voima Oy  
Kahden säteilyttämättömän ydinpolttoainesauvan maahantuonti Saksan liittotasavallasta. Enintään 5 kg isotoopin U-235 suhteen enintään 5 % rikastettua uraania. Euratomin valvontaleima ”P”, minkä lisäksi uraaniin sovelletaan Suomen ja Venäjän välisen ydinenergian rauhanomaista käyttöä koskevan yhteistyösopimuksen velvoitteita. Voimassa 31.12.2001 saakka.

C214/222, 11.1.2001, Teollisuuden Voima Oy  
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen maahantuonti Saksan liittotasavallasta. Enintään 22 7500 kg isotoopin U-235 suhteen enintään 5 % rikastettua uraania. Euratomin valvontaleima ”P”, minkä lisäksi 25 nippuun sovelletaan Suomen ja Venäjän välisen ydinenergian rauhanomaista käyttöä koskevan yhteistyösopimuksen velvoitteita. Voimassa 31.12.2001 saakka.

C214/225, 17.1.2001, Teollisuuden Voima Oy  
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen maahantuonti Espanjasta. Enintään 12 800 kg isotoopin U-235 suhteen enintään 5 % rikastettua uraania. Euratomin valvontaleima ”P”, minkä lisäksi 101 nippuun sovelletaan Suomen ja Venäjän välisen ydinenergian rauhanomaista käyttöä koskevan yhteistyösopimuksen velvoitteita. Voimassa 31.12.2001 saakka.

C214/226, 17.1.2001, Teollisuuden Voima Oy  
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen maahantuonti Espanjasta. Enintään 9 250 kg isotoopin U-235 suhteen enintään 5 % rikastettua uraania. Euratomin valvontaleima ”N”, minkä lisäksi 36 nippuun sovelletaan Suomen ja Kiinan viranomaisien välisellä kirjeenvaihdolla sovittuja velvoitteita. Voimassa 31.12.2001 saakka.

A214/33, 5.4.2001 Fortum Power and Heat Oy  
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen maahantuonti Espanjasta. Enintään 120 tn isotoopin U-235 suhteen enintään 4 % rikastettua uraania. Euratomin valvontaleima ”P”, minkä lisäksi uraaniin sovelletaan Suomen ja Venäjän välisen ydinenergian rauhanomaista käyttöä koskevan yhteistyösopimuksen velvoitteita. Voimassa 31.12.2005 saakka.

A214/33, 5.4.2001 Fortum Power and Heat Oy  
Edellä mainitun säteilyttämättömän ydinpolttoaineen kuljetus maahantuontiin ja maastavientiin liittyen. Voimassa 31.12.2005 saakka.

C214/228, 22.11.2001, Teollisuuden Voima Oy  
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen maahantuonti Saksan liittotasavallasta. Enintään 22 750 kg isotoopin U-235 suhteen enintään 5 % rikastettua uraania. Euratomin valvontaleima ”P”, minkä lisäksi 118 nippuun sovelletaan Suomen ja Venäjän välisen ydinenergian rauhanomaista käyttöä koskevan yhteistyösopimuksen velvoitteita. Voimassa 31.12.2002 saakka.

C214/229, 22.11.2001, Teollisuuden Voima Oy  
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen maahantuonti Ruotsista. Enintään 7 500 kg isotoopin U-235 suhteen enintään 5 % rikastettua uraania. Euratomin valvontaleima ”P”. Voimassa 31.12.2002 saakka.

C214/230, 22.11.2001, Teollisuuden Voima Oy  
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen maahantuonti Ruotsista. Enintään 12 600 kg isotoopin U-235 suhteen enintään 5 % rikastettua uraania. Euratomin valvontaleima ”S”. Voimassa 31.12.2002 saakka.

C214/231, 22.11.2001, Teollisuuden Voima Oy  
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen maahantuonti Saksan liittotasavallasta. Enintään 850 kg isotoopin U-235 suhteen enintään 5 % rikastettua uraania. Euratomin valvontaleima ”N”, minkä lisäksi neljään nippuun sovelletaan Suomen ja Kiinan viranomaisien välisellä kirjeenvaihdolla sovittuja velvoitteita. Voimassa 31.12.2002 saakka.

C821/76, 19.12.2001 Teollisuuden Voima Oy  
Valvonnasta vapautuvan 9 m<sup>3</sup> Suuruisen Olkiluodon ydinvoimalaitoskelta peräisin olevan jäteöljyerän luovutus Ekokem Oy:lle käytettäväksi moottorisahojen teräketjuöljyjen raaka-aineeksi. Voimassa 30.6.2002 saakka.

## LIITE 3

## STUKin ANTAMAT LAUSUNNOT JA YDINVOIMALAITOSTEN HENKILÖSTÖÄ KOSKEVAT PÄÄTÖKSET

### STUKin antamat lausunnot

A811/29, C811/21, 17.1.2001

Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle voimayhtiöiden ydinjätehuollon vuoden 2001 ohjelmasta

Y211/7, 8.2.2001

Uuden ydinvoimalaitosyksikön rakentamista koskeva alustava turvallisuusarvio kauppa- ja teollisuusministeriölle

F214/9, 26.2.2001

Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle VTT Kemiantekniikan lupahakemuksesta, joka koski fissiokammioiden toistuva maastavienttiä ja maa-hantuontia EU:n alueella.

55/750/01, 28.5.2001

Lausunto IAEA:n ohjeluonnoksesta "Safety Guide: Commissioning of Nuclear Power Plants (DS 291)"

60/750/01, 15.6.2001

Lausunto IAEA:n ohjeluonnoksesta "Safety Guide: Recruitment, Qualification and Training of Personnel for Nuclear Power Plants (DS 287)"

62/750/01, 26.6.2001

Lausunto IAEA:n ohjeluonnoksesta "Safety Guide: External events in relation to NPP design (DS 301)"

74/750/01, 31.7.2001

Lausunto IAEA:n ohjeluonnoksesta "Safety Guide: Fuel handling and storage systems in NPPs (DS 276)"

76/750/01, 20.9.2001

Lausunto IAEA:n ohjeluonnoksesta "Safety Guide: Seismic Hazard Evaluation for Nuclear Power Plants (DS 302)"

78/750/01, 24.9.2001

Lausunto IAEA:n ohjeluonnoksesta "Emergency Power systems at Nuclear Power Plants (DS 303)"

78/750/01, 24.9.2001

Lausunto IAEA:n ohjeluonnoksesta "Meteorological Events in Site Evaluation for Nuclear Power Plants (DS 184)"

Y811/35, 27.9.2001

Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle Posiva Oy:n tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyön ohjelmasta käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamista edeltävänä aikana

Y214/56, 17.10.2001

Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle Fortum Nuclear Service Oy:n lupahakemuksesta, joka koski ydinenergiain mukaisen tietoaaineiston vientiä IAEA:lle ja Egyptiin

82/750/01, 18.10.2001

Lausunto IAEA:n ohjeluonnoksesta "Safety Guide: Seismic Design and Component Qualification for Nuclear Power Plants (DS 304)"

82/750/01, 18.10.2001

Lausunto IAEA:n ohjeluonnoksesta "Safety Guide: Flood Hazard for Nuclear Power Plants on Coastal and River Sides (DS 280)"



**LIITE 3****STUKin ANTAMAT LAUSUNNOT JA YDINVOIMALAITOSTEN  
HENKILÖSTÖÄ KOSKEVAT PÄÄTÖKSET**

81/750/01, 31.10.2001

Lausunto IAEA:n ohjeluonnoksesta ”Safety Guide: Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants (DS 307)”

86/750/01, 20.11.2001

Lausunto IAEA:n ohjeluonnoksesta ”Safety Guide: Reactor Coolant and Associated Systems in Nuclear Power Plants (DS 282)”

C812/29, 14.11.2001

Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle Teollisuuden Voima Oy:n taloudellisesta varautumisesta ydinjätehuoltoon

A812/28, 14.11.2001

Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle Fortum Power and Heat Oy:n taloudellisesta varautumisesta ydinjätehuoltoon

F812/26, 14.11.2001

Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle VTT:n taloudellisesta varautumisesta FiR 1 -tutkimusreaktorin ydinjätehuoltoon

89/750/01, 20.12.2001

Lausunto IAEA:n ohjeluonnoksesta ”Safety Guide: Reactor Core Design in NPPs (DS 283)”

P214-5/16, 20.12.2001

Lausunto kauppa- ja teollisuusministeriölle VTT/Mineraalitekniikan lupahakemuksesta, joka koski ydinennergialain mukaisen uraania ja toriumia sisältävän malmirikasteen (pyroklooririkaste) vientiä Viroon

**Ydinlaitosten henkilöstöä koskevat  
STUKin päätökset**

P214-1/11, 5.2.2001

HY/Kemian laitoksen, radiokemian laboratorion hakemuksesta hyväksytty Sinikka Pinnoja laboratorion ydinaineita koskevan toiminnan vastuullisen johtajan varamieheksi.

F113/9, 12.2.2001

VTT Kemiantekniikan hakemuksesta hyväksytty henkilöitä toimimaan FiR 1 -tutkimusreaktorin esimiehen tai ohjaajan tehtävissä 31.12.2003 saakka.

P214-1/12, 29.11.2001

HY/Kemian laitoksen, radiokemian laboratorion hakemuksesta hyväksytty Kerttuli Helariutta laboratorion ydinaineita koskevan toiminnan vastuulliseksi johtajaksi.

A113/108, 29.3.2001; A113/111, 21.5.2001;  
A113/112, 25.5.2001; A113/113, 3.7.2001;  
A113/114, 31.10.2001; A113/117, 18.12.2001;  
A113/118, 21.12.2001

Fortum Power and Heat Oy:n hakemuksesta hyväksytty hakijan palveluksessa olevia henkilöitä toimimaan Loviisan laitossyksiköiden vuoropäällikön tai ohjaajan tehtävissä.

C113/173, 29.3.2002; C113/174, 10.5.2001;  
C113/175, 27.6.2001; C113/177, 27.6.2001;  
C113/179, 4.10.2001; C113/180, 24.10.2001;  
C113/181, 27.11.2001; C113/182, 19.12.2001

Teollisuuden Voima Oy:n hakemuksesta hyväksytty hakijan palveluksessa olevia henkilöitä toimimaan Olkiluodon laitossyksiköiden vuoropäällikön tai ohjaajan tehtävissä.



**LIITE 4****VUONNA 2001 VALMISTUNEET STUKIN TEETTÄMÄT TURVALLISUUSTUTKIMUKSET****Ydinvoimalaitokset****FINNUS-tutkimusohjelma**

Automaatiojärjestelmien vanhenemisen hallinta; VTT Automaatio

FRAPTRAN-ohjelma; FRAPTRAN- ja SCANAIR-ohjelmien mekaniikkamallien vertailu; VTT Energia

Lämpötilakerrostuminen ydinvoimalaitosputkitossa; VTT Energia

Menetelmä ihmisten väärien toimenpiteiden (commission errors) tunnistamista, mallintamista ja todennäköisyysarviointia varten; jatkotutkimus; VTT Automaatio

Murtumismekaanisten rakenneanalyysienmenetelmien kehittäminen; VTT Valmistustekniikka

Ohjelmoitavan automaation turvallisuuden arviointi; jatkotutkimus; VTT Automaatio

Oksidifilmien käyttäytymisen mallinnus ja niiden merkitys aktiivisuuden kerääntymisessä ja eri korroosioilmiöissä ydinvoimalaitoksessa, jatkotutkimus; VTT Valmistustekniikka

Passiivisten järjestelmien luotettavuusarviointi ja lisensiointimenettely; jatkotutkimus; VTT Automaatio

Polttoaineanalyysivalmiuksien kehittäminen; FRAPTRAN-ohjelman keloistaminen; VTT Energia

Polttoaineen suojakuoren korroosiomekanismi ja sen mallintaminen, jatkotutkimus; VTT Valmistustekniikka

Savun ja lämmön vaikutukset elektroniikkalaitteisiin, palotilanteiden mallinnus riskianalyysin tarpeisiin, aktiiviset palontorjuntalaitteistot; VTT Rakennustekniikka

Suojarakennuksen tiiveyskokeen tuloksiin vaikuttavat tekijät; VTT Energia

Säteilytettyjen terästen murtumismekaanisten ominaisuuksien määrittämiseen soveltuvien menetelmien kehittäminen; VTT Valmistustekniikka

Tarkastukset ja kunnonvalvonta; Testiviat päteväntoimikokappaleissa; valmistustekniikat ja todentaminen; VTT Valmistustekniikka

Tarkastukset ja kunnonvalvonta; Ultraäänitarkastusten mallinnus päteväntoiminnan tukena; VTT Valmistustekniikka

Toimintatapojen ja käyttökulttuurin muodostuminen työssä; VTT Automaatio

TRAB-3D-ohjelma; Ohjelman verifioiminen, jatko-työ; VTT Energia

Tuoreen polttoaineen kuljetuskontin kriittisyys-turvallisuus; VTT Energia

Uusien reaktorifysiikkamallien soveltaminen kriittisyysturvallisuuslaskuihin; VTT Energia

Ydinvoimalaitosmateriaalien ympäristövaikutteiden murtuminen, jatkotutkimus; VTT Valmistustekniikka

**LIITE 4****VUONNA 2001 VALMISTUNEET STUKIN TEETTÄMÄT TURVALLISUUSTUTKIMUKSET****Valvontaa tukevat tutkimukset**

Meriveden pinnankorkeuden jakauma; Merentutkimuslaitos

Ruteniumin vapautuminen ja käyttäytyminen vakavissa reaktorionnettomuuksissa; VTT Kemiantekniikka

Ydinturvallisuussäännöstön ennalta määräävyys ja konsistenssi; VTT Automaatio

Ydinturvallisuuteen vaikuttava meriveden eliöstö; Merentutkimuslaitos

Ydinvoimalaitoksen sijaintipaikan valinta ja ympäristöriskit; VTT Energia

Ydinvoimalaitosrakenteiden rakentamiseen, tarkastamiseen ja korjaamiseen liittyvät betonitekniset tutkimukset; jatkotutkimus; VTT Rakennustekniikka

Ydinvoimalaitosten suojarakennuksen pinnoitetta koskevat vaatimukset; VTT Rakennustekniikka

**Ydinjätehuolto****Valvontaa tukevat tutkimukset**

Loppusijoitustilan mekaanisten ja fysikaalisten ilmiöitten laskennallinen mallinnus turvallisuustarkasteluissa; TKK / Mekaniikan laboratorio

Pohjaveden virtausreitit; Rakohavaintojen teko tileikkauksista; GTK

Rako- ja rikkonaisuusvyöhykkeiden esiintyminen ja ominaisuuksien tutkimus loppusijoitusympäristössä; GTK

Uraanisarjatutkimus pitkäaikaisturvallisuuden arvioinnissa; HY / Radiokemian laboratorio

Uraanisarjatutkimus pitkäaikaisturvallisuuden arvioinnissa; Tutkimuksen täydentäminen; HY / Radiokemian laboratorio

Matriisidiffuusion tutkimus; Todisteita radionuklidien kulkeutumisesta postglasiaalisessa rapautumisprofiilissa (luonnonanalogiatutkimus), jatkotutkimus; HY / Radiokemian laboratorio

Safety of Nuclear Waste Disposal; Matriisidiffuusion tutkimus; todisteita radionuklidien kulkeutumisesta postglasiaalisessa rapautumisprofiilissa; HY / Radiokemian laboratorio

Matrix diffusion cluster; Treatment of geosphere retention processes in safety assessments: measurement and modelling of matrixdiffusion; Université de Poitiers / HYDRASA

Häiriö rakenteiden tulkinta merisedimenttien kulkuluotausprofiileista; GTK

Ydinmateriaalivalvonnassa käytettävä käytetyn ydinpolttoaineen määritelmä; VTT Energia

Safety of Nuclear Waste Management Research 2000; Redox buffering and uranium retardation in nuclear waste repository; Katalonian polytekninen yliopisto

Matrix diffusion cluster; Treatment of geosphere retention processes in safety assessments: measurement and modelling of matrixdiffusion; HY / Radiokemian laboratorio

**Asiantuntija-arvioinnit**

Review of Posiva's R&D programme; University of Aberdeen (Prof. F.P. Glasser)

**Osallistuminen kansainvälisiin tutkimus-hankkeisiin**

Ydinjätteen loppusijoituskapselin kuparivaippa; Vaipan pinnan reaktiotuotteiden tutkimus kloridipitoisissa pohjavesiolosuhteissa; VTT Valmistustekniikka

DECOVALEX III; Bench Mark Test 2 simulations; Uppsala University

IAEA coordinated research project (CRP). Natural geochemical concentrations and fluxes on the Baltic shields in Finland as indicators of nuclear waste repository safety; GTK

IAEA coordinated research project (CRP). Natural geochemical concentrations and fluxes on the Baltic shields in Finland as indicators of nuclear waste repository safety; The use of selected safety indicators (concentrations, fluxes) in the assessment of radioactive waste disposal; University of St. Petersburg

IAEA coordinated research project (CRP). Natural geochemical concentrations and fluxes on the Baltic shields in Finland as indicators of nuclear waste repository safety; Dispersion haloes and fluxes of chemical elements in the cryolithozone (permafrost or periglacial regions); University of St. Petersburg

DECOVALEX III; Termiset tarkastelut; jatkotutkimus; TKK / Mekaniikan laboratorio

DECOVALEX III; BMT3:n iikiroutamallinnus; TKK / Mekaniikan laboratorio

IAEA coordinated research project (CRP). Natural geochemical concentrations and fluxes on the Baltic shields in Finland as indicators of nuclear waste repository safety; GTK

DECOVALEX III; Benchmark Test 2:n kalliomekaniikkasimuloinnit; jatkotutkimus; TKK / Materiaali- ja kalliotekniikan osasto

## LIITE 5

## YDINVOIMALAITOSTEN VUOSIHUOLTOSEISOKIT

### Loviisa 1:n vuosihuolto

Loviisa 1:n polttoaineenvaihto- ja huoltoseisokki alkoi 11.8.2001 ja päättyi 31.8.2001 Laitosyksikkö oli poissa sähköntuotannosta siis noin 20 vuorokautta. Seisokki oli neljä vuorokautta suunniteltua pitempi, mikä johtui primääripiirin pääkiertopumpuissa todettujen värähtelyjen syiden selvittämisestä ja yhden pääkiertopumpun vaihdosta. Pääkiertopumppujen värähtelyä selvitetään tarkemmin liitteessä 6. Vuosihuollon aikana tehtiin reaktorin polttoaineenvaihdon lisäksi laitteisiin, rakenteisiin ja järjestelmiin kohdistuneita kunnossapito- ja muutostöitä. Turvallisuudelle merkittäviä muutostöitä kuvataan liitteessä 7.

Loviisan molemmilla laitosyksiköillä otettiin käyttöön uudet menettelyt päävalvomotyöskentelyyn vuosihuollon aikana. Ohjeistettujen toimintatapojen avulla pyritään järjestämään mahdollisimman selkeät ja rauhalliset työolosuhteet sekä ohjaajille että muille valvomossa työskenteleville henkilöille. Lisäksi otettiin käyttöön uusi laitosturvallisuutta koskeva ohje, jolla varmistetaan järjestelmällisesti, että laitoksen turvallisuusjärjestelmistä on aina riittävä määrä käytettävissä vuosihuollon aikana.

Säteilyannosnopeudet olivat seisokin aikana primääripiirin joissakin kohdissa 25–40 % normaalia suuremmat. Tähän on osaltaan saattanut vaikuttaa primääripiirin vesikemiallisissa olosuhteissa tapahtunut muutos. Muutos johtui siitä, että venttiilivian vuoksi alasajossa käytettiin erilaista prosessikytkentää kuin normaalisti vuosihuoltoseisokkia edeltävässä alasajossa. Normaalia suuremmat säteilyannosnopeudet eivät kuitenkaan vaikuttaneet merkittävästi työntekijöiden saamiin säteilyannoksiin.

Seisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos Loviisa 1:llä oli 0,70 manSv. STUKin ohjeen mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo Loviisan yhdelle laitosyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 1,22 manSv. Vuosittainen kollektiivinen säteilyannos kertyy pääasiassa seisokeissa tehtyjen töiden aikana. Suurin yksittäisen henkilön saama säteilyannos Loviisa 1:n vuosihuollossa vuonna 2001 oli 11,5 mSv. Säteilyasetuksen mukaan säteilytyöstä työntekijälle vuoden aikana aiheutuva efek-

tiivinen annos ei saa olla suurempi kuin 50 mSv. Annostarkkailun piiriin kuului Loviisa 1:n vuosihuoltoseisokissa noin 900 henkilöä. Tämän liitteen kuvassa L5.1 esitetään laitosyksiköiden vuosihuolloissa kertyneet kollektiiviset säteilyannokset viime vuosilta.

### Loviisa 2:n vuosihuolto

Loviisa 2 oli pysäytettynä ydinpolttoineen vaihtoa ja laitosyksikön huoltoa varten 1.9.–23.9.2001. Laitosyksikön käynnistys viivästyi suunnitellusta noin kuudella vuorokaudella, mikä johtui lähinnä primääripiirin pääkiertopumpuissa todettujen värähtelyjen syiden selvittämisestä. Laitosyksikkö oli poissa sähköntuotannosta kaikkiaan noin 22 vuorokautta. Vuosihuollon aikana tehtiin reaktorin polttoaineenvaihdon lisäksi laitteisiin, rakenteisiin ja järjestelmiin kohdistuneita kunnossapito- ja muutostöitä, joita turvallisuuden kannalta merkittävimpiä kuvataan liitteessä 7.

Laitosyksiköllä sattui vuosihuoltoseisokin aikana lievästi radioaktiivisen veden vuoto laitosyksikön sisätiloihin. Tapahtumasta on erillinen kuvaus liitteessä 6.

Seisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos Loviisa 2:lla oli 0,29 manSv. Suurin yksittäisen henkilön saama säteilyannos Loviisa 2:n vuosihuoltoseisokissa oli 4,4 mSv. Vuosihuoltoseisokin aikana annostarkkailun piiriin kuului noin 900 henkilöä. Tämän liitteen kuvassa L5.1 esitetään laitosyksiköiden vuosihuolloissa kertyneet säteilyannokset viime vuosilta.

Mekaanisten laitteiden ja rakenteiden tarkastustoiminnan valvonnan yhteydessä todettiin, että yhdessä Tarkastuslaitos Loviisa YVL:n suorittamassa tarkastuksessa oli menetelty virheellisesti. Pääkiertopumpun tiivisteviesijärjestelmän lämmönvaihtimen muutostyön rakennetarkastuksen suoritti tarkastaja, jolla ei ollut tarvittavia STUKin myöntämiä tarkastusoikeuksia. Tarkastuspöytäkirjan laati Tarkastuslaitos Loviisa YVL:n tarkastaja, jolla oli tarvittavat oikeudet. Luvanhaltija toimitti virheellisestä menettelystä ja sen aiheuttamista toimenpiteistä selvityksen STUKille. STUK arvioi tapahtuman johdosta tehdyt toimenpiteet asianmukaisiksi ja riittäviksi.

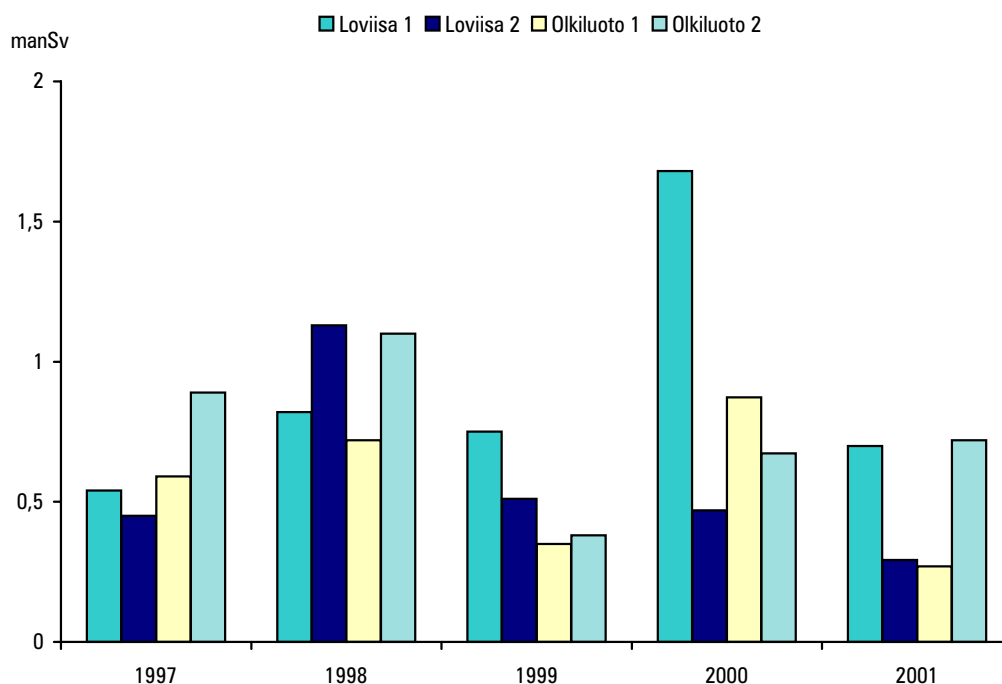
### Olkiluoto 1:n vuosihuolto

Olkiluoto 1 oli pysäytettynä ydinpolttoaineen vaihtoa varten 21.5.–29.5.2001. Laitosyksikkö oli poissa sähköntuotannosta siis noin kahdeksan vuorokautta. Laitosyksikön pysäytysvaiheessa reaktorin pikasulkutoiminto käynnistyi, kun neutronivuon valvontajärjestelmä antoi virheellisen signaalin. Säätosauvat olivat jo reaktorissa, joten varsinaista pikasulkua ei tapahtunut. Teollisuuden Voima Oy:n oman henkilökunnan lisäksi vuosihuoltoseisokkiin osallistui enimmillään 640 ulkopuolista työntekijää. Vuosihuollon aikana tehtiin reaktorin polttoaineenvaihdon lisäksi eräitä laitteisiin, rakenteisiin ja järjestelmiin kohdistuneita kunnossapito- ja muutostöitä. Turvallisuudelle merkittäviä laitosmuutoksia kuvataan liitteessä 7.

Yhtenä merkittävänä kunnossapitotoimenpiteenä olivat onnettomuustilanteessa tarvittavien venttiilien toimilaitteiden vaihdot, tarkastukset ja koestukset. Reaktorisydämen hätäjähdytysjärjestelmän toimilaitteiden bakeliittimuovisissa hammaspyörissä oli syksyllä 2000 havaittu vaurioita ja säröjä, jotka olisivat saattaneet estää venttiilin suunnitellun toiminnan tarvetilanteessa. Tapahtumasta on kuvaus liitteessä 6.

Luvanhaltija tarkasti seisokissa reaktoripaineastian sisäpuolella sijaitsevat hätäjähdytysjärjestelmän putkiosuudet, joissa oli vuosina 1998 ja 1999 havaittu termisen väsymisen aiheuttamia säröjä (STUK-B-YTO 181, 1998 ja STUK-B-193, 1999). Säröt on korjattu ja putkiin on asennettu lämpösuojat uusien säröjen muodostumisen estämiseksi. Nyt tehdyissä tarkastuksissa yhden lämpösuojan todettiin hieman liikkuneen. Lämpösuoja oli liikkunut myös aikaisemmin ja se oli kiristetty takaisin paikoilleen viime vuoden vuosihuollossa. Koska vuonna 2000 käytetty korjausmenetelmä ei ollut riittävän hyvä ja koska työ on tehtävä sukeltajien avulla ja on työntekijöiden säteilyaltistusta lisäävä toimenpide, luvanhaltija pyrkii ensi vuoden vuosihuoltoon mennessä kehittämään nykyistä paremman ratkaisun lämpösuojan paikallaan pysymiseksi. STUK hyväksyi lämpösuojan kiinnityksen korjaamisen siirron ensi vuoden vuosihuoltoseisokkiin, koska mahdollisuus lämpökilven siirtymiseen kokonaan pois paikaltaan laitosyksikön käynnin aikana on pieni. Lämpösuojan havaittu pieni siirtymä ei oleellisesti kasvata termisen väsymisen riskiä hätäjähdytysputkissa.

Seisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli 0,27 manSv. STUKin ohjeen



**Kuva L5.1.** Loviisan ja Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihuolloissa kertyneet työntekijöiden kollektiiviset säteilyannokset.

**LIITE 5****YDINVOIMALAITOSTEN VUOSIHUOLTOSEISOKIT**

mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo Olkiluodon yhdelle laitosyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 2,10 manSv. Vuosittainen kollektiivinen säteilyannos kertyy pääasiassa seisokeissa tehtyjen töiden aikana. Suurin yksittäisen henkilön saama säteilyannos Olkiluoto 1:n vuosihuoltoseisokissa vuonna 2001 oli 8,8 mSv. Olkiluoto 1:n ja 2:n vuosihuoltoseisokeissa suurin yhden henkilön saama säteilyannos oli 11,5 mSv. Tämän liitteen kuvassa L5.1 esitetään laitosyksiköiden vuosihuolloissa kertyneet kollektiiviset säteilyannokset viime vuosilta.

STUK antoi luvan laitosyksikön käynnistämiseen 28.5.2001. Laitosyksikön käynnistys alkoi, kun STUKin tarkastajat olivat samana päivänä todenneet laitosyksikön käynnistysvalmiuden laitospaikalla. Laitosyksikkö kytkettiin valtakunnan verkkoon 29.5.2001. Täydellä teholla laitosyksikkö oli 31.5.2001.

**Olkiluoto 2:n vuosihuolto**

Olkiluoto 2 oli vuosihuollossa 6.–21.5.2001. Laitosyksikkö oli poissa sähköntuotannosta siis noin 15 vuorokautta. Teollisuuden Voima Oy:n oman henkilökunnan lisäksi vuosihuoltoseisokkiin osallistui enimmillään 800 ulkopuolista työntekijää. Vuosihuollon aikana tehtiin reaktorin polttoaineenvai-

don lisäksi monia laitteisiin, rakenteisiin ja järjestelmiin kohdistuneita kunnossapito- ja muutostöitä. Turvallisuudelle merkittäviä laitosmuutoksia kuvataan liitteessä 7.

Myös Olkiluoto 2:lla tehtiin onnettomuustilanteessa tarvittavien venttiilien toimilaitteiden vaihtoja, tarkastuksia ja koestuksia. Niistä on tarkempi kuvaus liitteessä 6.

Merkittäviä seisokissa tehtyjä töitä oli myös muutamia neliömetrejä käsittänyt merivesitunnelin lattian betonirakenteen korjaus. Lattiarakenne oli halkeillut betoniterästen korroosion johdosta. Syynä betoniterästen korroosioon on ollut meriveden sisältämä suola sekä rakennusaikainen työvirhe, sillä teräksiä suojaava betonikerros oli vauriokohdassa jäänyt alun perin ohueksi. Vuosihuollossa merivesitunneleihin asennetusta betoniterästen korroosiosuojausjärjestelmästä kerrotaan liitteessä 7.

Seisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli 0,72 manSv. Suurin yksittäisen henkilön saama säteilyannos Olkiluoto 2:n vuosihuollossa vuonna 2001 oli 7,8 mSv. Tämän liitteen kuvassa L5.1 esitetään Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihuolloissa kertyneet kollektiiviset säteilyannokset viime vuosilta.

## LIITE 6

## YDINVOIMALAITOSTEN POIKKEUKSELLISET KÄYTTÖTAPAHTUMAT

## Loviisan voimalaitos

**Dieselgeneraattorihuoneen ilmastoinnin osittainen toimimattomuus Loviisa 1:llä**

Loviisa 1:llä oli kahden viikon välein tehtävässä dieselgeneraattorin toimintakokeessa 23.10.2000 havaittu, että yhden dieselgeneraattorihuonetta jähdyttävän jähdytyspuhallinpatterin puhaltimet eivät käynnistyneet termostaatin ohjaamina. Termostaatissa oli virheellinen kytkentä, joka korjattiin turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisesti kolmen vuorokauden kuluessa. Lisäksi tehtiin työtilaus kolmen muun dieselgeneraattorihuoneen puhallinpattereiden ohjauksen tarkastamisesta. Tammikuussa 2001 ilmeni, että työtilauksen mukaisia tarkastuksia ei ollut tehty. Tarkastukset tehtiin tammi-helmikuun vaihteessa eikä niissä todettu toiminnan kannalta merkittäviä puutteita.

Dieselgeneraattorihuoneen ilmastointijärjestelmän raitisilmapuhaltimet ja kolme jähdytyspuhallinpatteria ovat normaalisti valmiustilassa. Huoneen lämpötilan noustessa puhaltimet käynnistyvät termostaattien ohjaamina. Tulipalotilanteessa tai raitisilmapuhaltimien ollessa jostain syystä käyttökunnottomia jähdytys hoidetaan merivesijähdytteisten jähdytyspuhallinpattereiden avulla.

Termostaatin virheellisen kytkennän vuoksi korkeimmassa lämpötilassa käynnistyvän jähdytyspuhallinpatterin puhaltimet eivät olisi käynnistyneet automaattisesti, mutta olisivat olleet käytettävissä käsiohjauksella. Kaksi muuta jähdytyspuhallinpatteria ja raitisilmapuhaltimet olisivat toimineet normaalista. Virheellisen kytkennän syy ei ole selvinnyt. Vaikka aiemmissa koetuksissa ei ollut havaittu mitään poikkeavaa, niin puhaltimet ovat voineet olla käyttökunnottomina pitkän ajan, koska niiden käynnissäoloa ei ole todettu luotettavasti koestuksien yhteydessä. Tapahtuman turvallisuusmerkitys on vähäinen, koska varavoiman syöttöön ulkoisen sähköverkon menetystilanteessa olisi ollut käytettävissä vielä kolme dieselgeneraattoria, jos dieselhuoneen korkea lämpötila olisi tehnyt käyvän dieselin käyttökunnottomaksi.

Tapahtuma luokiteltiin INES-luokkaan 0.

Voimayhtiö tarkensi jähdytyspuhallinpattereiden koestusohjeita. Vuosihuoltoseisokissa 2001 yhden dieselgeneraattorihuoneen jähdytystä ohjaava termostaatti vaihdettiin uudempaan tyyppiin ja toisen dieselgeneraattorin ohjauspiirin kytkentää muutettiin siten, että se vastaa puhaltimien käynnistymisjärjestystä.

**Reaktorin pikasulku Loviisa 1:llä**

Loviisa 1:llä tapahtui 9.2.2001 sähkönsyötön häiriö, kun valvomorakennuksen automaatiotiloissa poistettiin käytöstä poiskytkettyjä kaapeleita. Automaatiomuutostyössä vuonna 1986 neljä kaapelia oli jäänyt erehdyksessä irrottamatta laitossuojausjärjestelmän kaapeilta ja siten osin jännitteelliseksi. Jännitteellisen kaapelin katkaisu aiheutti oikosulun, jonka seurauksena mm. yhdeksän suojarakennuksen eristysventtiiliä sulkeutui. Tilanteen havaittuaan laitossyksikön ohjaaja teki käsin reaktorin pikasulun. Laitossyksikkö oli tapahtumahetkellä täydellä teholla.

Oikosulun katkaisema sähkönsyöttö saatiin palautettua noin yhdeksän minuutin kuluttua ja sulkeutuneet eristysventtiilit pystyttiin avaamaan. Primääripiirin lisävesijärjestelmän paluulinjan eristysventtiilin sulkeutumisen johdosta linjan varoventtiili höyrystintilaan avautui. Ohjaaja pysäytti pikasulun jälkeen pääkiertopumput ja sulki eräitä säätöventtiileitä, jotta avautunut varoventtiili saatiin sulkeutumaan.

Säätösauvojen jähdytysvesijärjestelmän eristysventtiilin sulkeutumisen seurauksena höyrystintilassa oleva järjestelmän varoventtiili avautui. Venttiilin sulkeutuminen heikensi säätösauvakooneistojen jähdytystä, mutta lämmönnousu jäi merkityksettömäksi, koska jähdytys oli poissa vain kahdeksan minuuttia. Eristysventtiili avattiin sähköjen palautuksen jälkeen, jotta varoventtiili saatiin sulkeutumaan. Muut sulkeutuneet eristysventtiilit eivät aiheuttaneet välittömiä toimenpiteitä.

Höyrystintilan lattiakaivoihin tuli varoventtiileistä primääripiirin vettä noin 1,2 m<sup>3</sup>. Vesi johdettiin vesienkäsittelyjärjestelmän säiliöön.

Kaapeleiden päät purettiin auki ja eristettiin, minkä jälkeen suojarakennuksen eristysventtiilin toiminta koestettiin. Laitossyksikkö tahdistet-



## LIITE 6

## YDINVOIMALAITOSTEN POIKKEUKSELLISET KÄYTTÖTAPAHTUMAT

tiin takaisin valtakunnan verkkoon 10.2.2001. Ennen laitosyksikön käynnistystä tehtiin tarkastuskierros höyrystintilaan.

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Jatkotoimenpiteenä voimayhtiö paransi kaapeleiden poistoa koskevia menettelyjä.

### **Turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa säätösauvojen asemalle reaktorisydämessä asetetun rajan alitus Loviisa 1:llä**

Loviisa 1:llä 9.2.2001 tapahtuneen reaktorin pikasulun jälkeisessä ylösajossa 10.2.2001 reaktorin yksi säätösauvaryhmä oli noin neljä tuntia syvemmällä reaktorisydämessä, kuin mitä turvallisuustekniset käyttöehdot sallivat. Tämän seurauksena polttoaineelle normaalikäytössä asetetut suurimmat sallitut kuormitukset ylittyivät vähän.

Loviisan laitosyksiköillä reaktorin 37 säätösauvaa on jaettu kuuteen ryhmään, joista ainoastaan yksi on reaktorissa normaalin käytön aikana säätämässä reaktorin tehoa. Reaktorissa olevalle säätösauvaryhmälle on turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa asetettu raja, jota alempana sauvaryhmä ei saa olla reaktorissa. Tällä rajoituksella varmistetaan, että polttoaineen kuormitukset pysyvät sallituissa rajoissa ja reaktorin sammutusmarginaali on riittävä.

Ennen pikasulun jälkeistä ylösajoa reaktori oli ollut sammutettuna noin 14 tuntia. Tällöin reaktorin käyttötila on eräiden reaktorifysikaalisten ilmiöiden vuoksi sellainen, että sen teho pyrkii hitaasti nousemaan. Tällaisessa tilanteessa säätävä säätösauvaryhmä pyrkii kompensoimaan tehonnousua työntymällä syvemmälle reaktorisydämeen, ellei tehonnousua estetä pumppaamalla neutroniabsorbaattorina toimivaa booripitoista vettä reaktoriin riittävästi. Laitosyksikön ylösajossa booripitoista vettä pumpattiin reaktoriin useaan otteeseen, mutta aivan liian varovasti, jolloin säätösauvat painuivat reaktoriin liian syvälle.

Tapahtuman syynä oli se, että tarve syöttää reaktoriin suuri määrä booripitoista vettä ja tehonnoston vaikutus reaktorin tilaan tapahtumahetkellä eivät olleet riittävän hyvin käyttövuoron tiedossa tilanteen harvinaisuuden takia. Edelli-

nen reaktorin pikasulun jälkeinen käynnistystilanne on ollut Loviisa 1:llä vuonna 1994. Tällaisen tilanteen varalle laitosyksiköllä on olemassa ohjeet, mutta käynnistystä hoitanut yövuoro ei syventynyt käyttöohjeen edellyttämiin toimenpiteisiin laitoksen käynnistämiseen liittyvien muiden kiireiden vuoksi.

Polttoaineen suurimmille sallituille kuormituksille asetetut rajat ylittyivät niin vähän, ettei tapahtumalla ollut turvallisuusmerkitystä. Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Voimayhtiössä tehostettiin tapahtuman johdosta käyttöryhmien koulutusta ja parannettiin valvomossa olevia ohjaajien apuna olevia näyttö- ja hälytysjärjestelmiä.

### **Pääkiertopumppujen värähtely ja johtosiivistön kannatinrakenteiden säröt Loviisa 1:llä ja 2:lla**

Vuosihuoltoseisokin aikana tehdyissä pääkiertopumppujen huolloissa havaittiin Loviisa 1:llä yhden pumpun sisäpuolisen johtosiivistön kannatinrakenteessa säröjä. Tämä pumppu oli lisätty huolto-ohjelmaan, koska sitä ympäröiviin rakenteisiin oli päässyt erään muutostyön yhteydessä vettä. Säröjen aiheuttajaksi epäiltiin kuitenkin laitoksen käynnistysten ja pysäytyksen yhteydessä esiintyviä värähtelyjä, jotka ovat vaurioittaneet kannatinrakenteita aikaisemminkin. Näitä värähtelyjä oli havaittu edellisen vuosihuoltoseisokin jälkeen toisessakin pääkiertopumpussa, joka siksi otettiin myös huoltoon. Samoin Loviisa 2:n vuosihuollossa tarkastettiin tämän vuoden huolto-ohjelmaan kuulumaton pumppu, jossa oli havaittu värähtelyjä. Niistä kummastakin löydettiin vastaavia säröjä. Vaurioituneet osat korvattiin varaosilla ja värähtelyjen valvontaa lisättiin.

Tehdyistä parannuksista huolimatta värähtelyjä havaittiin myös vuosihuoltoseisokkien jälkeisessä käynnistyksessä. Loviisa 1:llä värähtelyjä esiintyi kahdessa muussa pääkiertopumpussa, mutta ne loppuivat ennen kuin laitosyksikkö oli täydellä teholla. Loviisa 2:lla jouduttiin värähtelevä pumppu vaihtamaan, mitä varten laitosyksikkö oli jäähdytettävä takaisin seisokkitilaan. Uudessa käynnistyksessä ei värähtelyjä enää havaittu.

Kummallakin Loviisan laitosyksiköllä on kuusi



pääkiertopumppua. Kannatinrakenteiden säröytymisongelma todettiin ensimmäisen kerran vuonna 1995. Rakenteen murtuminen aiheutti silloin Loviisa 2:lla yhden pääkiertopumpun toimintahäiriön ja laitossyksikön pysäyttämisen korjausseisokkiin (STUK-B-YTO 140, 1996). Tapahtuman seurauksena kyseisen kiertopiirin virtaussyntä oli kääntynyt ja irronneet osat olivat kulkeutuneet reaktorista pois päin höyrystimen suuntaan. Vuosihuoltoseisokissa 1997 havaittiin Loviisa 1:llä yhdessä pääkiertopumpussa vastaavaa säröilyä (STUK-B-YTO 166, 1998).

Vaurioiden syytä ja sen poistamismahdollisuuksia tutkitaan edelleen. Vuosihuoltoseisokin 1995 yhteydessä osoitettiin metallurgisilla tutkimuksilla, että säröjen kasvaminen ja rakenteen lopullinen murtuminen johtui värähtelyn aiheuttamasta väsymisestä. Vuosihuoltoseisokissa 2001 tehty uusi tutkimus vahvisti tämän havainnon siitä huolimatta, että kaikki kannatinrakenteet on vuoden 1995 jälkeen vaihdettu uusiin, joiden väsymiskestävyys on parempi. Vielä kestävämpiä rakenteita suunnitellaan. Lisäksi selvitetään lämpötilaeroista syntyviä rasituksia ja reaktorin jäähdytyspiirin hydraulisen käyttäytymisen vaikutuksia.

### **Lievästi radioaktiivisen veden vuoto**

#### **Loviisa 2:n vuosihuollossa**

Vuosihuoltoseisokin aikana 8.9.2001 Loviisa 2:lla tapahtui hätäisävesisäiliön ylivuoto, jossa 4,7 m<sup>3</sup> vettä pääsi valumaan hätäjäähdytuspumppuhuoneisiin. Tapahtumahetkellä reaktorialtaan lievästi radioaktiivista vettä pumpattiin allasvesien puhdistuslaitoksen kautta jo ennestään melko täynnä olevaan säiliöön. Hätäisävesisäiliö on 1000 m<sup>3</sup> suuruinen säiliö, jota käytetään seisokien aikana primääripiirin tai siihen liittyvien järjestelmien vesien varastointiin. Onnettomuustilanteissa säiliön sisältämällä boorihappopitoisella vedellä jäähdytetään reaktoria.

Hätäjäähdytuspumppuhuoneiden ja veden valumisreitit siivottiin ja huoneissa olevien pumpujen moottorit tarkastettiin. Tarkastuksessa ei havaittu merkittäviä kastumisvahinkoja, mutta muutamien moottoreiden päälle oli tullut jonkin verran roiskeita. Niiden kuivaamiseksi pumppuja käytettiin noin tunnin ajan.

Vuotaneen veden aktiivisuus oli noin 4000 Bq/l, eli sen kokonaisaktiivisuus oli noin 18,8 MBq. Tapahtumasta ja sen jälkeen tehdyistä siivoustoimenpiteistä ei aiheutunut työntekijöille merkittäviä säteilyannoksia.

Ylivuoto aiheutui siitä, ettei laskelmin varmistettu siirrettävän vesimäärän mahtumista säiliöön eikä säiliön pinnan nousua seurattu riittävästi huolella. Myöskään säiliön korkean pinnan hälytykseen ei reagoitu välittömästi. Tapahtuman toistumisen estämiseksi toimenpidettä koskevaan käyttöohjeeseen lisätään edellytys siirrettävän vesimäärän mahtumisen tarkistamisesta ennen siirron aloittamista ja lisäksi säiliön korkean pinnan hälytys muutetaan ykkösprioriteetin hälytykseksi.

Tapahtuma on INES-asteikolla luokkaa 0.

### **Särö Loviisa 2:n primääripiiriin liittyvässä säätösauvakoneiston suojaputkessa**

Loviisa 2:lla havaittiin 18.12.2001 kerran kuussa tehtävällä tarkastuskierroksella, että reaktoripainesäiliön kanteen pulttiliitoksella kiinnitetyn säätösauvan suojaputken yläpäässä oli kiteytynyttä booria. Boori oli peräisin primääripiirissä kiertävästä booripitoisesta vedestä ja oli siten merkki primääripiirin veden vuodosta. Kiteytynyttä booria oli kertynyt yhden säätösauvakoneiston suojaputken pintaan hitsatun lämpötila-anturin suojataskun pinnalle. Säätösauvojen suojaputket ovat osa reaktorin primääripiirin painetta kantavaa rajapintaa.

Seuraavana päivänä tehdyissä ultraäänitarkastuksissa löydettiin anturin suojataskun alta säätösauvan suojaputken seinämän läpi menevä särö, josta primääripiirin booripitoinen vesi oli päässyt anturia ympäröivään suojataskuun ja siitä edelleen rakenteen pinnalle.

Laitossyksikkö ajettiin kylmäseisokkiin 19.12.2001 korjaustoimia varten. Anturitasku poistettiin säätösauvan suojaputken pinnalta ja pinta hiottiin pintatarkastuksia varten. Taskun alla olevan särön havaittiin olevan monihaarainen. Lisäksi löydettiin sen alapuolelta pieni erillinen pintasärö. Pintasärö poistettiin hionnalla. Läpimenevä särökohta korjattiin väliaikaisesti sen päälle hitsatulla paineen kantavalla pantarakenteella.

## LIITE 6

## YDINVOIMALAITOSTEN POIKKEUKSELLISET KÄYTTÖTAPAHTUMAT

Seisokissa reaktorin kannen yläosan kaikkiaan 37:stä suojaputkesta tarkastettiin lisäksi ultraäänimenetelmällä 25:n muun, ilman mittavaa purkutyötä luokse päästävän anturin suojataskun alla oleva seinämäalue. Yhdessä niistä havaittiin merkkejä lievistä pintavirheistä, joka ei kuitenkaan vaatinut toimenpiteitä. Korjausten ja tarkastusten jälkeen laitossyksikkö kytkettiin takaisin sähköntuotantoon 22.12.2001.

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Väliaikaisesti korjattu suojaputki vaihdetaan vuoden 2002 huoltoseisokissa varaosaan. Poistettava putki tutkitaan säröytymisen syiden selvittämiseksi. Lisäksi kyseisten kohteiden valvontaa tehostetaan molemmilla Loviisan yksiköillä.

### Suojarakennuksen venttiilin asentokytkimen toimimattomuus Loviisa 1:llä

Loviisa 1:llä todettiin 14.12.2001 tehdyssä määräaikaiskoestuksessa, että suojarakennuksen yhden alipaineventtiilin vakavien onnettomuuksien hallintaan liittyvä asentokytkin oli viallinen. Laitossyksikön turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaan asentokytkimen tulee olla kunnossa laitossyksikön käydessä. Kytkeitä koskevat turvallisuusteknisten käyttöehtojen vaatimukset olivat tulleet voimaan, kun laitossyksikköä käynnistettiin elokuussa vuosihuoltoseisokin jälkeen.

Suojarakennuksen alipainejärjestelmä estää suojarakennuksen lommahtamisen tilanteissa, jossa suojarakennukseen syntyy merkittävä alipaine. Järjestelmän alipaineventtiilit avautuvat tarvittaessa automaattisesti. Venttiilit on varustettu asentokytkimillä, joiden avulla tieto venttiilien asennosta välittyy valvomoon. Asentotiedon välittymistä valvomoon on varmistettu lisäkytkimillä, jotka toimivat vakavien onnettomuuksien aikaisissa olosuhteissakin. Asentokytkimet eivät ohjaa järjestelmän tai laitteiden toimintaa. Venttiilin normaalit asentotietokytkimet olivat kunnossa, joten valvomo on ollut koko ajan tietoinen venttiilin tilasta.

Lisäkytkimien asennus oli kuulunut Loviisan laitoksella käynnissä olevaan, monivuotiseen hankkeeseen vakavien onnettomuuksien hallin-

nan parantamiseksi. Syynä siihen, että turvallisuusteknisten käyttöehtojen vaatimus jäi huomioida, oli katkos tiedonkulussa linjaorganisaation ja työn tehneen projektioorganisaation välillä.

Tapahtuman turvallisuusmerkitys oli vähäinen ja tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Voimayhtiö on suunnitellut tapahtuman johdosta parannuksia laitoksella tehtävien muutostöiden hallintaan liittyviin menettelytapoihin. Mm. projekti- ja linjaorganisaation välistä tiedonkulkua on tarkoitettu tehostaa ja lisätä turvallisuusteknisten käyttöehtojen perusteista ja tarkoituksesta laitoksen henkilökunnalle annettavaa koulutusta.

## Olkiluodon voimalaitos

### Olkiluodon laitossyksiköiden reaktorisydämen hätäjähdytyksen luotettavuuden heikentyminen venttiilien toimilaittevikojen vuoksi

Olkiluodon laitossyksiköillä on reaktorisydämen jäähdytysruiskutusta onnettomuustilanteessa säätävien venttiilien toimilaitteiden bakeliittimuovisissa hammaspyörissä ollut vaurioita ja säröjä, joiden vuoksi venttiilit eivät ehkä olisi toimineet tarvetilanteessa. Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 1. Vikojen johdosta toimilaitteiden bakeliittimuoviset hammaspyörät korvattiin messinkisillä hammaspyörillä.

Reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmä koostuu neljästä samanlaisesta osajärjestelmästä, jotka syöttävät reaktoriin hätäjähdytysvettä matalassa paineessa primääripiirin vuodon kompensoimiseksi. Tällaisessa tilanteessa reaktorin vedenpintaa säädetään osajärjestelmissä olevien aukin ja kiinniasentoon liikkuvien venttiilien avulla, jotka ovat samalla suojarakennuksen ulkopuolisia eristysventtiilejä. Hätäjähdytyksen onnistumiseen riittää yhden osajärjestelmän toiminta. Useimmissa onnettomuustilanteissa reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmän toiminta voidaan korvata apusyöttövesijärjestelmällä.

Ensimmäisen kerran venttiilitoimilaitteongelma tuli esille 14.8.2000, kun Olkiluoto 1:llä tehdyssä määräaikaiskokeessa ruiskutusta säätävä

venttiili ei avautunut. Syynä oli se, että venttiili-toimilaitteen bakeliittimuovisen hammaspyörän hampaita oli murtunut. Toimilaitteen tilalle asennettiin varastosta vastaava toimilaite. Määräaikakokeessa 11.12.2000 vastaava venttiili jäi sulkeutumatta toisessa ruiskutusjärjestelmän osajärjestelmässä. Myös tämän venttiilin toimilaitteen bakeliittimuovisesta hammaspyörästä oli murtunut hampaita. Koska varastossa ei ollut uusia bakeliittimuovisia hammaspyöriä eikä myöskään vaihtotoimilaitetta, korvattiin vaurioitunut hammaspyörä piirustusten mukaan valmistetulla messinkisellä hammaspyörällä.

Toistuneiden vikautumisten johdosta voimayhtiö päätti jatkaa bakeliittimuovisten hammaspyörien korvaamista laitospaikalla valmistetuilla messinkisillä hammaspyörillä. Messinkinen hammaspyörä asennettiin 3.1.2001 ainoaan varalla olevaan, Olkiluoto 1:ltä elokuussa poistettuun toimilaitteeseen. Toimilaite asennettiin Olkiluoto 1:lle. Laitosyksiköltä poistetun toimilaitteen bakeliittimuovinen hammaspyörä tarkastettiin tunkeumavärimenetelmällä. Hammaspyörästä paljastui neljä alkavaa säröä. Myös joulukuussa laitosyksiköltä poistettu hammaspyörä tarkastettiin tunkeumavärimenetelmällä. Hammaspyörästä löytyi murtuneiden hampaiden lisäksi kolmesta hampaasta särö.

Tarkastustulosten perusteella nopeutettiin messinkisten hammaspyörien vaihtoaikataulua Olkiluoto 2:lla ja ensimmäinen vaihto tehtiin 11.1.2001. Toimilaitteesta irrotetussa hammaspyörässä oli useita säröjä, joista yksi ulottui yli hampaan puolivälin. Irrotetun hammaspyörän kestävyden tarkistamiseksi se koestettiin vielä samana päivänä koepenissä. Toimintakokeessa ei todettu mitään poikkeavaa, mutta koestuksen jälkeisessä tarkastuksessa havaittiin pahimmin säröytyneen hampaan murtuneen.

Tarkastusten ja vaihtojen jälkeen oli syytä epäillä Olkiluoto 2:lla kolmessa ja Olkiluoto 1:llä kahdessa osajärjestelmässä ulomman eristysventtiilin toimintakuntoisuutta. Olkiluoto 2:lla tämä merkitsi sitä, että turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaan laitosyksikkö olisi pysäytettävä 24 tunnin kuluessa, ellei venttiilien toimintaa saada luotettavaksi. Olkiluoto 1:llä, jossa vain kahden

osajärjestelmän venttiilin toimintakunto oli asetettu kyseenalaiseksi, vikojen korjaamiseen oli turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaan aikaa kolme vuorokautta, ennen kuin laitosyksikkö olisi ollut pysäytettävä. Olkiluoto 2:lla toimilaitteiden bakeliittimuoviset hammaspyörät vaihdettiin messinkisiksi 11.–12.1.2001 välisen yön aikana ja Olkiluoto 1:llä iltapäivällä 12.1.2001.

Bakeliittihammaspyörien vikautumissyitä selvitettiin materiaaliteknisin tutkimuksin. Todenäköinen säröytymisen syy on väsymistyyppinen. Materiaaliteknisissä kokeissa ei saatu näyttöä materiaalin vanhenemisesta. Vastaavanlaisista vikoja on 1980- ja 1990-luvuilla ollut ulkomaisilla laitoksilla ja myös yksi tapaus Olkiluodon laitoksella. Näiden yksittäisten tapausten johdosta ei Olkiluodon laitoksella kuitenkaan ollut ryhdytty toimenpiteisiin.

Voimayhtiö tarkensi tapahtuman johdosta venttiilitoimilaitteita koskevia menettelyjä ja ohjeita. Vuosihuoltoseisokissa 2001 Olkiluoto 1:llä vaihdettiin yhden venttiilin toimilaitteen bakeliittimuovinen hammaspyörä uuteen bakeliittimuoviseen hammaspyörään ja kahden toimilaitteen hammaspyörät tarkastettiin. Olkiluoto 2:lla vaihdettiin seisokissa neljän toimilaitteen hammaspyörät uusiin bakeliittimuovisiin hammaspyöriin ja toimilaitteista poistetut hammaspyörät tarkastettiin. Tarkastuksissa hammaspyörät todettiin hyväkuntoisiksi eikä niissä myöskään havaittu säröjä. Lisäksi testipenkissä tehtiin eräälle uudella bakeliittihammaspyörällä varustetulle toimilaitetyypille toimintakokeita hammaspyörän kestävyden selvittämiseksi. Kokeiden jälkeen tehdyissä tarkastuksissa hammaspyörä todettiin hyväkuntoiseksi. Bakeliittimuovisia hammaspyöriä sisältävien venttiilitoimilaitteiden ja niiden hammaspyörien seuranta ja vaihtotyötä jatketaan kummallakin laitosyksiköllä myös tulevana vuosina.

### **Olkiluoto 2:n reaktorin pikasulku**

Olkiluoto 2:lla sattui 21.3.2001 turbiinipuolen käyttöhäiriön seurauksena reaktorin pikasulku. Turvallisuusjärjestelmät toimivat häiriön yhteydessä suunnitellulla tavalla.

Häiriön syynä oli turbiinipuolella sijaitsevan vesityssäiliön pinnan korkeuden mittauksen vi-

## LIITE 6

## YDINVOIMALAITOSTEN POIKKEUKSELLISET KÄYTTÖTAPAHTUMAT

kautuminen. Vikautunut mittaus näytti aiheetomasti liian matalaa pintaa vesityssäiliössä. Tämä johti reaktorin syöttövesijärjestelmän toisen korkeapaine-esilämmityslinjan ohitukseen ja osittaiseen reaktorin pikasulkuun. Osittaisessa pikasulussa osa säätösauvoista meni hydraulisesti reaktorisydämeen pienentäen reaktorin tehon noin 20 %:n tasolle. Esilämmityslinjan ohituksen vuoksi reaktoriin menevän veden lämpötila laski, minkä seurauksena reaktorin teho alkoi nousta kiehutusvesireaktoreille ominaiseen tapaan. Tehoa mittaavista neljästä mittapistestä kahdessa teho nousi yli 56 prosentin rajan. Tästä seurasi reaktorin pikasulku, jolloin kaikki säätösauvat työntyivät hydraulisesti reaktorisydämeen ja reaktorin teho putosi nollaan. Tapahtuma johti reaktorin pikasulkuun, koska osittainen pikasulku-toiminto oli riittämätön pitämään reaktorin tehoa tässä tilanteessa 56 prosentin pikasulkurajan alapuolella.

Pinnan mittauksen vikautunut laite vaihdettiin uuteen ja laitosyksikkö tahdistettiin takaisin valtakunnan verkkoon 22.3.2001.

Tapahtuma luokiteltiin INES-luokkaan 0.

Voimayhtiö toteutti osittaisen pikasulun tehostamiseksi tarvittavat toimenpiteet kummallakin laitosyksiköllä vuosihuoltoseisokeissa.

### **Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaiset tilanteet Olkiluoto 2:lla säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitusjärjestelmän muutostyön aikana**

Olkiluoto 2:n vuosihuoltoseisokissa oli kaksi tilannetta, joissa laitosyksikkö oli turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisessa tilassa. Toisessa tapahtumassa reaktorin säätösauvojen ulosvedon estävä automatiikka oli ohitettu eli otettu pois toimintavalmiudesta ja toisessa tiedot säätösauvojen asemasta reaktorissa puuttuivat valvomosta. Tapahtumat sattuivat reaktorin säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitusjärjestelmän muutostöiden yhteydessä. Muutostöitä kuvataan liitteessä 7.

Reaktorin säätösauvojen ulosvedon estävän automatiikan ohitus sattui ydinpolttoaineen vaihdon aikana, kun laitosyksiköllä tehtiin uudistetun järjestelmän toimintakokeita samanaikaisesti reak-

torisydämen sisäisten polttoainesiirtojen kanssa. Voimayhtiö oli 13.5.2001 hakenut STUKilta luvan reaktorin ruuvipysäytysautomaatiikan ohittamiseen toimintakokeiden ajaksi, koska kokeita ei olisi muuten voitu tehdä. Ruuvipysäytysautomaatiikka on hydraulisesti tapahtuvaa reaktorin pikasulkua varmentava toiminto, joka pikasulun tarvetilanteessa ajaa säätösauvat sydämeen sähkömoottorien avulla. Laitosyksikön turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaan ruuvipysäytysautomaatiikan tulee olla laukaistuna sydämen sisäisten polttoainesiirtojen aikana. Aamulla 14.5.2001 STUKin tarkastajat havaitsivat, että siihen mennessä tehdyissä säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitusjärjestelmän toimintakokeissa myös reaktorin säätösauvojen ulosvedon estävä automatiikka oli jouduttu ohittamaan. Säätösauvojen ulosvedon estävän automatiikan tulee turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaan olla täydessä toimintavalmiudessa mm. polttoaineenvaihdon aikana. Automaatiikan tarkoituksena on estää säätösauvojen ulosveto reaktorista tavalla, joka voisi johtaa tarkoituksettomaan kriittisyyteen.

Tapahtuman syynä oli turvallisuusteknisten käyttöehtojen määräysten virheellinen tulkinta. Virheellisen tulkinnan on arvioitu osaltaan johtuneen kahta päivää aikaisemmin eli 11.5.2001 satuneesta tapahtumasta, jolloin sähköisen erotuksen vuoksi valvomosta olivat hävinneet tiedot kaikkien säätösauvojen asemasta reaktorissa. Turvallisuusteknisiä käyttöehtoja tulkittiin laitoksella niin, että tässä tilanteessa voitiin jatkaa säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitusjärjestelmän toimintakokeita. Myöhemmin todettiin, että säätösauvojen asematiedot olisi pitänyt palauttaa ja että töiden jatkaminen olisi edellyttänyt STUKin lupaa. Näin ollen tämänkin tapahtuman yhteydessä poikettiin turvallisuusteknisten käyttöehtojen vaatimuksesta.

Reaktorin säätösauvojen ulosvedon estävän automatiikan ohittamisella ja säätösauvojen asematietojen puuttumisella ei ollut käytännössä merkitystä turvallisuudelle kyseisessä tilanteessa, jossa kaikki säätösauvat olivat täysin sisäänajettuina reaktorisydämessä ja säätösauvojen liikuttelun estämiseksi niiden toimilaitteiden sulakkeet oli pois-

tettu ja sähkön syöttökatkaisijat avattu. STUK hyväksyi 14.5.2001 voimayhtiön hakemuksesta säätösauvojen ulosvedon estävän automatiikan ohitukset säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitussjärjestelmän jäljellä olevien toimintakokeiden ajaksi.

Tapahtumat luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Tapahtumien analysoinnissa havaitut kehittämistoimenpiteet on tarkoitettu ottaa käyttöön ennen vastaavien asennustöiden tekemistä Olkiluoto 1:llä vuonna 2002.

### **Reaktorin syöttöveden kahden johtokykymittauksen toimintakunnottomuus Olkiluoto 2:lla**

Käyttöhenkilöstö havaitsi 23.5.2001 Olkiluoto 2:lla prosessitietokoneen trendiseurannan perusteella, että kaksi reaktorin syöttöveden johtokykymittausta näyttää virheellistä arvoa. Vikaa selvitettäessä kävi ilmi, että johtokykylähettilä tulevat signaalit puuttuivat, mikä teki mittaukset toimintakunnottomiksi. Irti olleet sähköiset liittimet kytkettiin kiinni ja mittaukset saatiin kuntoon samana päivänä. Mittaukset olivat toimintakunnottomia noin kolme vuorokautta.

Reaktoriin syötettävän veden johtokykyä mitataan jatkuvasti neljästä mittauspisteestä. Veden korkea johtokyky ilmaisee merivesivuotoa turbiinilauhduttimessa. Mikäli syöttöveden johtokyky

ylittää asetetun raja-arvon, lähettimet antavat signaalin, joka sulkee syöttövesilinjojen venttiilit, jolloin veden syöttö reaktoriin estyy. Tällä suojataan reaktoripaineastiaa, sen sisäosia ja instrumentointia syövyttäviltä klorideilta. Suojaussignaali tulee voimaan, jos kahdessa mittauspisteessä on liian korkea arvo. Laitosyksikön turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaan kaikkien neljän mittauksen tulee olla toimintakunnossa laitosyksikön käydessä. Tässä tilanteessa suojaussignaalin voimaantulo oli kahden johtokykymittauksen varassa.

Sähköiset liittimet olivat olleet irti 21.5.2001 päättyneestä vuosihuoltoseisokista lähtien. Vuosihuoltoseisokissa johtokykymittaukset kalibroitiin, missä toimenpiteessä sähköiset liittimet joudutaan irrottamaan. Kalibroinnin jälkeen liittimet jäivät kytkemättä takaisin. Liittimien irtiolo oli merkitty epävirallisesti käytössä olevaan seurantalistaan, mutta puutetta ei huomattu ennen laitosyksikön käynnistystä tehdyssä tarkastuksessa.

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Tapahtuman johdosta menettelytapoja tarkistetaan niin, ettei vastaava tapahtuma toistuisi. Mm. liittimien tarkastukset lisätään yhdeksi kohdeksi relekaappien tarkastusta koskevaan ohjeeseen ja johtokykymittauksen toimivuus kalibroinnin jälkeen varmistetaan tietokoneen trendinäytöltä.



## LIITE 7

## TURVALLISUUTTA VARMISTAVAT HANKKEET

### Loviisan voimalaitos

#### Pääkiertopumppujen tiivistevesijärjestelmän parantaminen

Vuosihuoltoseisokeissa 2001 toteutettiin kummallakin Loviisan laitossyksiköllä pääkiertopumppujen tiivistevesijärjestelmään parannuksia, joilla varmistetaan järjestelmän toimintaa häiriö- ja onnettomuustilanteissa. Nämä parannukset oli suunniteltu tehtäviksi Loviisa 2:lla jo vuoden 2000 polttoaineenvaihtoseisokin aikana, mutta jäivät tekemättä muutokseen liittyvien asiakirja-aineistojen käsittelyn viivästymisen johdosta (STUK-B-YTO 206, 2001).

Pääkiertopumppujen mekaaniset tiivisteet vaativat jatkuvaa jäähdytystä ja usean tunnin mittaisen jäähdytyksen menetyksen seurauksena tiivisteet saattavat vaurioitua, jolloin seurauksena on pieni vuoto primääripiiristä. Tiivisteveden syötön tärkeys ja parannusten sydänvaurioriskiä pienentävä vaikutus on tunnistettu mm. todennäköisyyspohjaisten turvallisuusanalyysien tulosten perusteella.

Tiivisteitä jäähdytetään normaalitilanteessa primääripiirin vedellä, jota puolestaan jäähdytetään välijäähdytyspiirissä kiertävällä vedellä. Välijäähdytyspiiriä jäähdytetään sivumerivesipiirillä. Tehdyillä automaatiomuutoksilla mahdollistetaan boorijärjestelmän veden käyttö tiivisteiden jäähdyttämiseen. Järjestelmän vesi on niin kylmää, ettei sitä tarvitse erikseen jäähdyttää. Muutoksen jälkeen tiivisteveden syöttö kääntyy automaattisesti tapahtumaan boorijärjestelmästä, kun tiivisteveden lämpötila nousee yli 50 asteen. Samanaikaisesti tiivisteveden normaali syöttö primääripiirin puhdistusjärjestelmästä suljetaan automaattisesti tiivistevesijärjestelmässä mahdollisesti olevan vuodon eristämiseksi. Pääkiertopumppujen mekaaniset tiivisteet kestävät 70-80 asteen lämpötiloja. Parannukseen sisältyy myös muutoksia suojaus- ja säätöjärjestelmiin sekä uusia lämpötilamittauksia.

Pääkiertopumppujen tiivistevesijärjestelmään tehdyt parannukset varmistavat tiivisteiden toimintaa paitsi normaalin tiivistevesijärjestelmän jäähdytyksen menetystilanteissa myös tämän järjestelmän putkenkatkoissa. Tiivistevesijärjestel-

män vuotojen eristämistä tullaan edelleen varmistamaan vuoden 2002 vuosihuoltojen aikana.

#### Suojarakennuksen ulkopuolisten vuotojen aiheuttaman riskin pienentäminen

Loviisan molemmilla laitossyksiköillä on tehty muutoksia, joilla pienennetään primääripiiristä reaktorin suojarakennuksen ulkopuolelle eri järjestelmien kautta tapahtuvien vuotojen riskiä. Tarve muutoksiin on tullut esille laitossyksiköiden todennäköisyyspohjaisen turvallisuusanalyysin päivityksen yhteydessä. Päivitykseen liittyen voimayhtiö mm. arvioi vuotoreittejä ja analysoi vuotojen seurausvaikutuksia. Merkittävimpiä riskiin vaikuttavia tekijöitä ovat mm. reaktorin jäähdytysjärjestelmään liittyvien vesitys- ja ilmausjärjestelmien venttiilivuodot sekä purkautuvan höyryn aiheuttama lämpötilan nousu ja kosteus reaktorirakennuksen alakerrassa sijaitsevista lähettihuoneista. Lämpötilan nousu ja kosteus voivat aiheuttaa vikoja instrumentoinnissa.

Vuosihuoltoseisokeissa 2001 reaktorirakennuksen vesitysjärjestelmään lisättiin erotusventtiili ja reaktorirakennuksen ilmausjärjestelmän yhteys uloslaskulinjaan poistettiin. Muutoksella pienennettiin suojarakennuksen ulkopuolisten vuotojen todennäköisyyttä ilmaus- ja vesitysjärjestelmien venttiilivuotojen kautta. Lisäksi voimayhtiö tarkensi primääripiirin pienen vuodon hallinnassa käytettäviä laitosohjeita suojarakennuksen ulkopuolisten vuotojen havaitsemisen ja eristämisen osalta.

Suojarakennuksen ulkopuolisten vuotojen riskin pienentämiseksi laitossyksiköillä tullaan tekemään myös muita muutoksia, joita koskevan toetusajakauden STUK on hyväksynyt.

#### Hätäjäähdytysjärjestelmän vesisäiliöiden toimintaparametrien muuttaminen

Loviisan kummallakin laitossyksiköllä muutettiin vuosihuoltoseisokeissa 2001 reaktorin hätäjäähdytysjärjestelmän painevesisäiliöiden toimintaparametreja. Toimintaparametrimuutos merkitsi painevesisäiliöiden vesitilavuuden suurentamista ja käyttöpaineen pienentämistä alkuperäisistä. Muutokset parantavat reaktorisydämen jäähdytystä primääripiirin vuototilanteissa. Muutoksen

seurauksena voitiin polttoaineen maksimipalamaan nostaa 12,5 %:lla (ks. luku 4.2.4).

Muutos on osa vuonna 1999 hyväksyttyä hätäjäähdytysjärjestelmään tehtävää laajempaa parannuskokonaisuutta, johon painevesisäiliöiden toimintaparametrien muutoksen lisäksi sisältyy myös matalapaineisten hätäjäähdytyspumppujen vaihtaminen uusiin. Osa pumppujen vaihdoista on tehty vuonna 2000.

### **Paloilmoitinjärjestelmän uusiminen**

Loviisan voimalaitoksella valmistui syksyn 2001 aikana paloilmoitinjärjestelmän uusimistyö. Syyinä paloilmoitinjärjestelmän uusimiseen oli se, että järjestelmä ei enää täyttänyt sen käytölle ja luotettavuudelle asetettuja tämän päivän vaatimuksia. Lisäksi varaosien saanti laitteistoon oli vaikeutunut.

Uusi paloilmoitinjärjestelmä rakennettiin vanhan rinnalle ja vasta uuden valmistuttua vanha järjestelmä poistettiin käytöstä. Uudessa järjestelmässä on herkästi reagoivat, osoitteelliset paloilmalaisimet. Niiden avulla palon havaitseminen nopeutuu ja palo voidaan paikantaa ilmaisimen tarkkuudella. Palon välitön havaitseminen ja tarkka paikantaminen nopeuttavat myös automaattisten sammutusjärjestelmien käynnistymistä ja operatiivisen toiminnan alkamista. Lisäksi aiheettomat hälytykset on pyritty minimoimaan valitsemalla kuhunkin tilaan parhaiten sopivat ilmaisimet. Paloilmoitinkeskukselta tiedot viedään grafiikkajärjestelmään, joka toimii hälytyksiä vastaanottavana käyttöliittymänä. Graafisen käyttöliittymän kautta voidaan ohjata paloilmoitinjärjestelmää sekä kerätä järjestelmän tapahtumatietoja.

### **Vetykeskusten uusiminen**

Loviisan laitoksen vetykeskusten sijaintipaikka laitoksella muutettiin ja samalla uusittiin myös itse vetykeskukset. Vetykeskukset siirrettiin turbiinirakennusten ulkoseinustalta noin viiden metrin päähän turbiinirakennuksista.

Vetyä käytetään Loviisan laitoksella generaattorien jäähdyttämiseen hyvän lämmönsiirtoominaisuutensa vuoksi. Generaattoreissa vetyä kiertää vakiomäärä ja tarpeen vaatiessa vetyä otetaan lisää vetykeskuksista. Alkusysäys vetykes-

kusten uusimiseen oli Loviisa 2:n vetykeskuksella vuonna 1999 tapahtunut vetyvuoto (STUK-B-YTO 200, 2000). Tapahtuman jälkeen voimayhtiö arvioi vetykeskusten teknisen toteutuksen, käytöturvallisuuden ja huoltotoimenpiteiden oikeellisuuden. Entisissä vetykeskuksissa oli myös havaittavissa merkkejä niiden ikääntymisestä.

Kummassakin vetykeskuksessa on kahdeksan vetypullopatteria. Pullopatterit sijoitettiin niitä varten rakennettuihin, yhdeltä seinältä avoimiin teräsbetonisiin bunkkerisuijiin. Niiden seinät suojaavat lähellä olevia rakennuksia mahdollisessa vetyräjähdyksessä syntyvältä paineelta. Lisäksi bunkkerisuijien avoimen seinän avulla syntyvä paine ohjataan suuntaan, jossa ei ole vaurioituvia rakenteita tai rakennuksia.

### **Sivumerivesipiirin pumppujen**

#### **sähkömoottorien uusiminen Loviisa 2:lla**

Loviisa 2:n modernisointiprojektin yhteydessä sivumerivesipiirin pumppujen sähkömoottoreille tehty tehotarkastelut osoittivat, että moottorien toimintakykyä alijännitetilanteissa oli perusteltua lisätä. Sivumerivesipiirin päätehtävänä on huolehtia kaikissa laitosyksikön käyttötilanteissa luotettavasta ja riittävästä jäähdytysveden syötöstä useille turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien lämmönsiirtimille sekä johtaa niissä lämmennyt vesi takaisin mereen.

Analyysien tulokset johtivat siihen, että voimayhtiö päätti modernisoida laitosyksikön kaikki sivumerivesipiirin moottorit sekä niiden varamoottorin. Moottorit kuuluvat laitosyksiköiden alkupe räisiin laitteisiin. Modernisointi toteutettiin käämimällä vanhat sähkömoottorit uudelleen. Moottorien uudelleenkäämitykset aloitettiin keväällä 2001 ja niitä jatkettiin siten, että Loviisa 2:n vuosihuoltoseisokissa otettiin käyttöön viimeinen uudelleenkäämitty moottori. Varaosamoottorin uudelleenkäämitys valmistui loppuvuodesta.

Ensimmäisen uudelleenkäämityksen moottorin laakeri vaurioitui elokuussa noin viiden kuukauden käyttöjakson jälkeen. Laakerivaurion syyksi osoittautui voiteluaineen puute. Tapahtuman jälkeen moottorin laakeri ja akseli vaihdettiin ja moottori huollettiin. Muissa moottoreissa ei vastaavia ongelmia ole ilmennyt.

## LIITE 7

## TURVALLISUUTTA VARMISTAVAT HANKKEET

Loviisa 1:n vastaavien pumppumoottorien tehontarve ja toimintakyky alijännitetilanteissa on myös selvitetty. Selvitys osoittaa, että Loviisa 1:n käytössä olevien pumppumoottorien toimintakyky on toistaiseksi riittävä, eikä moottorien uudelleenkäämitykseen ole tarvetta. Loviisa 1:n pumput ovat pienemmät kuin Loviisa 2:lla.

### **Höyrystintilan lattian uudelleenpinnoitus Loviisa 1:llä**

Vuoden 2000 vuosihuoltoseisokissa laitosyksiköllä oli tapahtunut vesivuoto, jonka seurauksena lattiapinnoite irtosi useista kohdista (STUK-B-YTO 206, 2001). Lattia korjattiin tuolloin väliaikaisesti poistamalla irronnut pinnoite ja pinnoittamalla paljastunut lattiabetoni kertaalleen. Lopullinen pinnoitustyö siirrettiin tehtäväksi seuraavien vuosihuoltojen aikana. Vuoden 2001 vuosihuoltoseisokissa lattiasta pinnoitettiin valmiiksi noin viidesosa. Vanha pinnoite poistettiin niiltä osin kuin se oli irti alustastaan. Työ sujui suunnitelmien mukaan ja työntekijöiden säteilyannokset jäivät selvästi ennen työtä tehtyjä arvioita pienemmiksi.

Pinnoitustyötä on tarkoitus jatkaa tulevissa vuosihuolloissa siten, että lattian uudelleenpinnoitus on kokonaisuudessaan valmis vuonna 2005. Pinnoitteella estetään mahdollisessa vuototilanteessa veden ja sen sisältämien radioaktiivisten aiheiden imeytyminen lattiabetoniin. Betonissa olevat radioaktiiviset aineet saattaisivat lisätä työntekijöiden säteilyaltistusta vuototilanteen jälkeisinäkin vuosina. Pinnoitteen ansiosta vuotovedet saadaan ohjatuksi radioaktiivisten vesien käsittelyjärjestelmään ja myös pinnoite on puhdistettavissa radioaktiivisista aineista.

### **Olkiluodon voimalaitos**

#### **Laitosmuutokset vakavien onnettomuuksien varalle**

Vuosihuoltoseisokeissa kummallakin Olkiluodon laitosyksiköllä tehtiin muutoksia, joilla parannetaan varautumista vakaviin onnettomuuksiin. Muutoksista suuritöisin oli Olkiluoto 1:n suojarakennuksen henkilösulun vahvistaminen. Muutoksen jälkeen suojarakennus kestää aiempaa hu-

mattavasti voimakkaampia yksittäisiä paineiskuja. Niitä saattaisi esiintyä vakavassa onnettomuudessa, jos reaktorisydän sulaisi ja sulaa kulkeutuisi reaktoripainesäiliön läpi suojarakennuksen kuivatilassa olevaan vesialtaaseen. Tietyissä olosuhteissa sulan materiaalin ja veden reagointi voisi synnyttää ns. höyryräjähdysten. Olkiluoto 2:lla vastaava muutostyö on suunniteltu tehtävän vuonna 2002.

Toinen merkittävä muutos oli uuden lipeäsäiliön asentaminen vesilaitokselle. Säiliöstä voidaan onnettomuustilanteessa johtaa lipeää suojarakennukseen ja näin säätää suojarakennuksessa olevan veden pH niin, että ydinpolttoaineesta onnettomuustilanteessa mahdollisesti vapautuva jodi pidättyy suojarakennukseen mahdollisimman tehokkaasti. Säiliö on yhteinen molemmille laitosyksiköille.

Suojarakennuksen veden pH-säädön hyödyllisyys jodipäästöjen rajoittamisessa osoitettiin tutkimuksessa, jonka STUK teetti Valtion teknillisellä tutkimuskeskuksella. Tutkimuksessa tarkasteltiin jodin käyttäytymistä onnettomuustilanteissa Olkiluodon laitoksella. Tutkimuksessa voitiin kokeellisesti osoittaa, että ellei suojarakennuksen vesialtaiden pH:ta säädetä esim. lipeän avulla, saattaa altaiden vesi happamoitua. Tällöin huomattava osa suojarakennukseen vapautuneesta jodista kaasuuntuu ja voi muodostaa myös orgaanisia yhdisteitä, jotka eivät pidä tehokkaasti suojarakennuksen suodatetun ulospuhalluslinjan suodattimeen. Voimayhtiön suunnittelemalla laitosmuutoksella pyritään estämään tällaisten epäedullisten olosuhteiden syntyminen.

#### **Reaktorin säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitussäätöjärjestelmän uudistaminen Olkiluoto 2:lla**

Olkiluoto 2:lla uudistettiin reaktorin säätösauvojen ohjausta ja asennonosoitusta varten olevat järjestelmät. Asennonosoitussäätöjärjestelmä uusittiin käytännöllisesti katsoen kokonaan. Järjestelmään sijoitettiin myös ajettavien säätösauvojen valinta- ja säätösauvojen ajoon liittyvä mittaus- ja tietojen keruu. Uudistuksella säätösauvojen ohjaus saatiin tarkemmaksi ja asentotietojen ja testien raportointi parani.



Säätösauvojen asennonosoitussäätöjärjestelmä kerää tiedot reaktorin säätösauvojen asemasta reaktorissa ja välittää ne sekä reaktorin ohjaajalle että laitosyksikön prosessitietokonejärjestelmään. Uuden järjestelmän tietojenkäsittelyprosessorit muodostavat myös säätösauvojen ohjausjärjestelmään syötettävät signaalit liikuteltaviksi valituista säauvoista. Valintasignaalien muodostus tapahtui aikaisemmin prosessitietokoneella.

Säätösauvojen ohjausjärjestelmä muodostaa ajosignaalit reaktorin 121 säätösauvalle yhdistämällä asennonosoitussäätöjärjestelmästä tulevat valintasignaalit reaktorin ohjaajan antamaan ajokäskyyn. Järjestelmä välittää lisäksi turvallisuusjärjestelmissä muodostetut tai ohjaajan antamat suojaussignaalit reaktorin pysäyttämiseksi tai reaktorin tehon rajoittamiseksi.

Säätösauvatoimilaitteiden moottoreiden sähkönsyötön kytkinlaitokset uusittiin. Säätösauvan ulosvedon kytkävä kontaktori kahdennettiin, jolloin kontaktoriviasta aiheutuvan virheellisen ulosvedon todennäköisyys pieneni. Samalla parannettiin säätösauvojen ohjausjärjestelmän valvontaa järjestelmän sisäisten vikojen aiheuttamien tarpeettomien ulosvetojen varalta.

Valvomoon liittyvissä elektroniikkatiloissa oleva säätösauvojen paikallisohtausjärjestelmä laajennettiin nelipaikkaiseksi, kun vanhassa järjestelmässä oli kaksi ohjauspaikkaa. Samalla uudistettiin paikallisohtauksessa liikuteltavien säätösauvojen valinta, joka uudistuksen jälkeen tehdään asennonosoitussäätöjärjestelmään kuuluvalla ohjelmoitavalla käyttöliittymällä.

Olkiluoto 1:llä säätösauvojen ohjaus- ja asennonosoitussäätöjärjestelmän uusiminen on tarkoitus toteuttaa vuosihuollossa 2002.

Voimayhtiö havaitsi uusittujen järjestelmien toimintakokeiden ja käyttöönoton aikana jonkin verran aiheettomia häiriöilmoituksia ja virheellisiä mittaustietoja. Säätösauvojen valinta ei myöskään aina onnistunut eräissä erikoistilanteissa. Viat ovat johtuneet pääasiassa siitä, että järjestelmän erilaisten osien väliset sähköiset kytkennät eivät kaikissa tilanteissa ole olleet yhteensopivia. Käytön kannalta oleelliset vikat on korjattu ohjelmistomuutoksien ja loppujen korjauksella on voimayhtiössä asetettu aikataulu.

## **Olkiluodon laitosyksiköiden**

### **mittaustietokonejärjestelmien uusiminen**

Olkiluoto 2:n mittaustietokonejärjestelmä uusittiin vuoden 2001 vuosihuoltoseisokissa. Mittaustietokonejärjestelmä on laitteisto, jonka tehtävänä on helpottaa käyttö- ja kunnossapitohenkilökunnan työtä laitosyksiköiden häiriötilanteiden tapahtumakulun seurannassa ja selvityksessä sekä mahdollistaa kerätyn tiedon analysointi.

Vanha järjestelmä on ollut normaalisti valmiustilassa ja käynnistynyt tietyistä hälytyssignaaleista keräämään tietoa laitosyksikön tärkeistä parametreista häiriötilanteiden aikana. Järjestelmää on käytetty myös tallentamaan laitosyksikön toimintaa erityistilanteissa kuten tärkeissä kohteissa. Käytettävyyden ja ylläpidettävyyden parantamiseksi voimayhtiö on uusinnut järjestelmän tiedonkeruu- ja käsittelylaitteiston. Vastaava muutos tehtiin Olkiluoto 1:llä vuoden 2000 vuosihuollossa.

Uudessa järjestelmässä mittaustiedot kerätään ohjelmoitavilla prosessoreilla ja siinä on huomattavasti enemmän sisäänmenoja, kuin mitä vanhassa järjestelmässä oli. Uudessa järjestelmässä on mahdollista käyttää 416:tä analogista ja 128:aa binääristä sisäänmenoa. Prosessoreilta tieto siirretään erillisiin työasemiin. Ne keräävät tietoa jatkuvasti siten, että muistissa on koko ajan viikon tapahtumahistoria. Mittaustietojen tutkimista varten työasemilla on käytettävissä soveltuvia analysointiohjelmistoja.

## **Pyörivien muuttajakoneiden**

### **korvaaminen UPS-laitteistoilla**

Olkiluodon laitosyksiköillä käynnistyi vuosihuollossa 2001 muutostyöprojekti, jonka tarkoituksena on korvata ikääntyvät tasa-/vaihtosähkömuuttajakoneet nykyaikaisilla UPS-laitteistoilla (UPS, Uninterruptible Power System, katkeamaton jännitteensyöttö). Pyörivä muuttajakoneyksikkö koostuu tasavirtamoottorista, joka pyörittää vaihtosähkögeneraattoria. Muuttajakoneen tehtävänä on huolehtia paristovarmennetun 400 voltin vaihtosähköjärjestelmän sähkötehon saannista kaikissa laitosyksiköiden käyttötilanteissa. Kummallakin Olkiluodon laitosyksiköllä on neljä muuttajakonetta.

**LIITE 7****TURVALLISUUTTA VARMISTAVAT HANKKEET**

Muuttajakoneiden uusimisen syynä ovat olleet koneiden kohonneet huoltokustannukset, huono hyötysuhde ja ikääntymisen aiheuttamat vikautumiset.

Vuoden 2001 vuosihuoltoseisokeissa Olkiluoto 1:llä asennettiin ja otettiin käyttöön yksi ja Olkiluoto 2:lla kaksi uutta UPS-laitteistoa. Loput viisi laitteistoa on suunniteltu asennettaviksi vuonna 2002.

**Merivesikanavien katodinen suojaus**

Olkiluodon kummallakin laitosyksiköllä asennettiin vuosihuollossa merivesitunnelien muuttamiin kohtiin ulkoisella virtalähteellä toimiva katodinen betoniterästen korroosiosuojaus. Katodinen suojaus on sähkökemiallinen korroosionestomenetelmä. Siinä sähkövirtaa hyväksi käyttäen suojattavan metallin pinta saatetaan sellaiseen tilaan, jossa se ei voi syöpyä. Olkiluodon laitosyksiköllä sähkövirta syötetään tasavirtalähteestä liukenemattomien apuanodien kautta betoniteräksiin. Lisäksi järjestelmään kuuluu vertailuelektrodeja, jotka ohjaavat tasavirtalähteen toimintaa.

Betonirakenteisten merivesitunnelien ongelmana on se, että merivedessä oleva suola kulkeutuu betoniin aiheuttaen betonin sisässä olevan

raudoituksen korroosiota. Olkiluodon laitosyksiköiden tarvitsema merivesi johdetaan turbiinilauhduttimille sekä apurakennuksen merivesitunneleihin ja sieltä pois osittain kalliorakenteisia, osittain betonirakenteisia tunneliteitä myöten.

Voimayhtiön tarkoituksena on myöhemmin laajentaa katodista suojausta siten, että se kattaa kaikki betonirakenteiset merivesikanavat.

**Paloilmoitinjärjestelmän uusiminen**

Olkiluodon voimalaitoksella on uusittu paloilmoinjärjestelmä. Entisen paloilmoinjärjestelmän laitteisto oli vanhentunut eikä se enää täyttänyt järjestelmän käytölle ja luotettavuudelle asetettuja nykyvaatimuksia. Lisäksi varaosien saanti laitteistoon oli vaikeutunut.

Uusi paloilmoinjärjestelmä rakennettiin siten, että vanhan järjestelmän kaapelointia käytettiin hyväksi mahdollisimman paljon. Uusi paloilmoinjärjestelmä otettiin käyttöön vaiheittain siirtämällä yksitellen jokainen paloilmoinpiiri vanhasta järjestelmästä uuteen järjestelmään. Uusi järjestelmä on perustekniikaltaan samanlainen kuin edellä tässä liitteessä kuvattu Loviisan voimalaitoksen uusittu paloilmoinjärjestelmä.